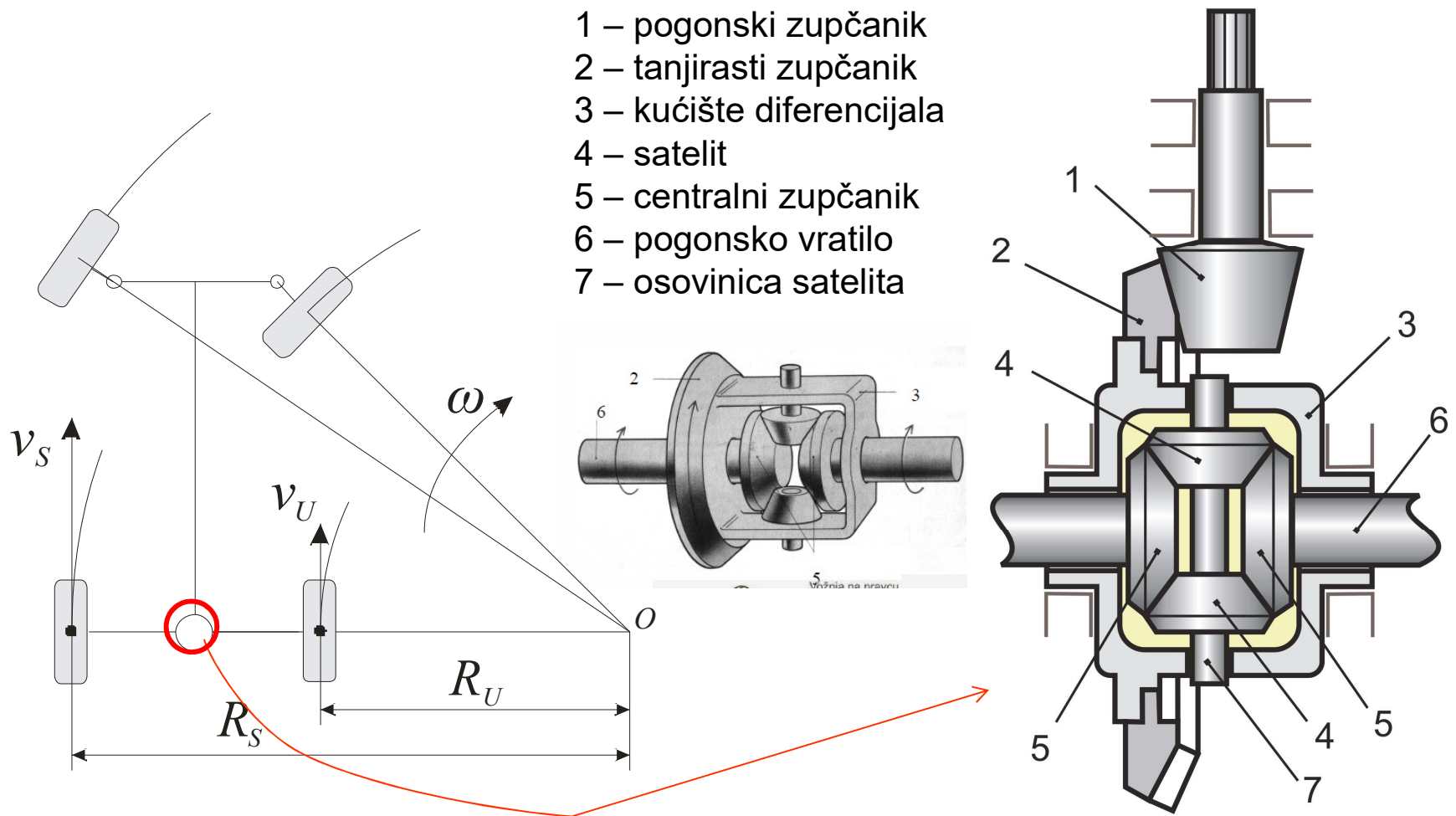


Diferencijalni prenosnik

Zadatak: Razvođenje snage na levi i desni točak pri njihovim različitim brzinama (brojevima obrtaja).



Obrtni moment na točkovima (trenje u diferencijalu zanemareno):

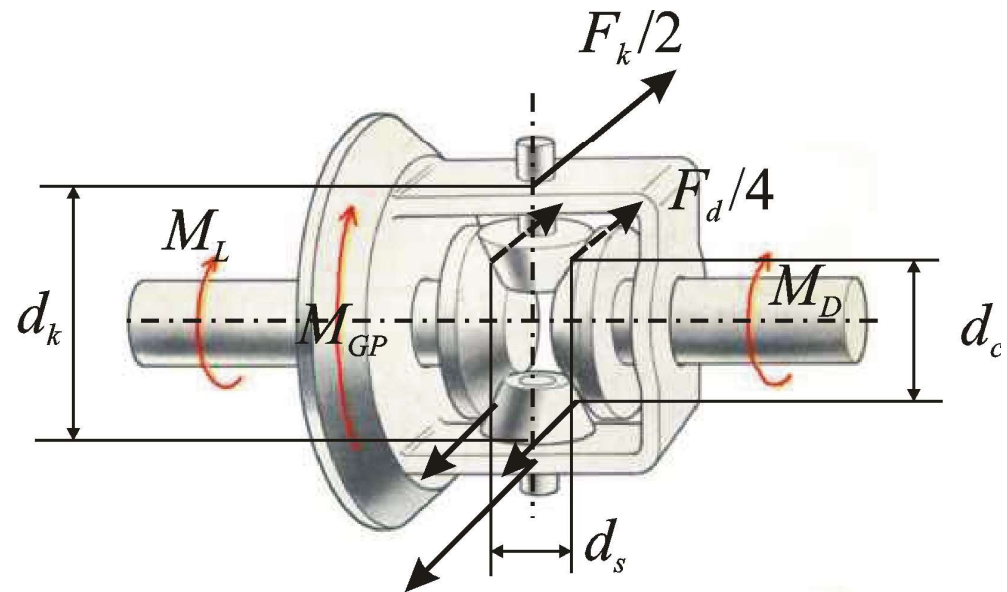
$$M_{pog} = M_L + M_D = F_{OL} \cdot r_D + F_{OD} \cdot r_D,$$

$$M_{GP} = M_{pog}$$

$$M_{pog} = F_k \cdot d_k / 2 = F_d \cdot d_c / 2$$

$$M_L = \frac{F_d}{2} \cdot \frac{d_c}{2} = M_D$$

isto važi i pri kretanju vozila
u krivini



$$v_S = \frac{n_S \cdot \pi \cdot r_D}{30} = n_S \cdot \omega_S = R_S \cdot \omega$$

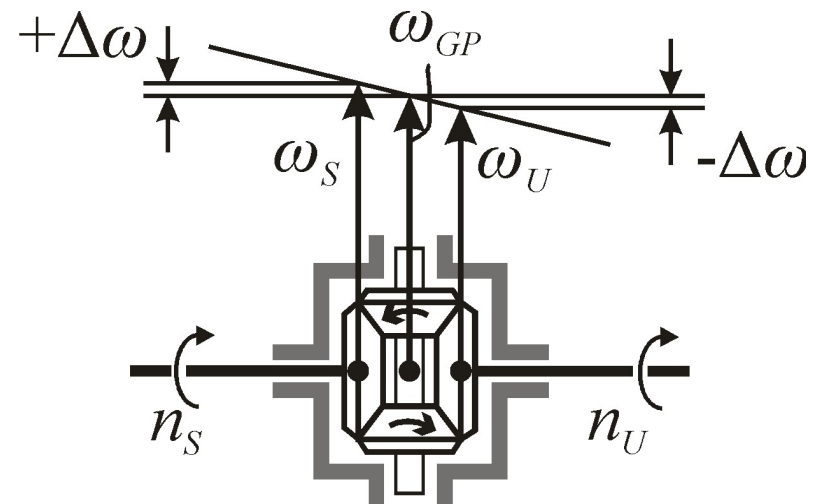
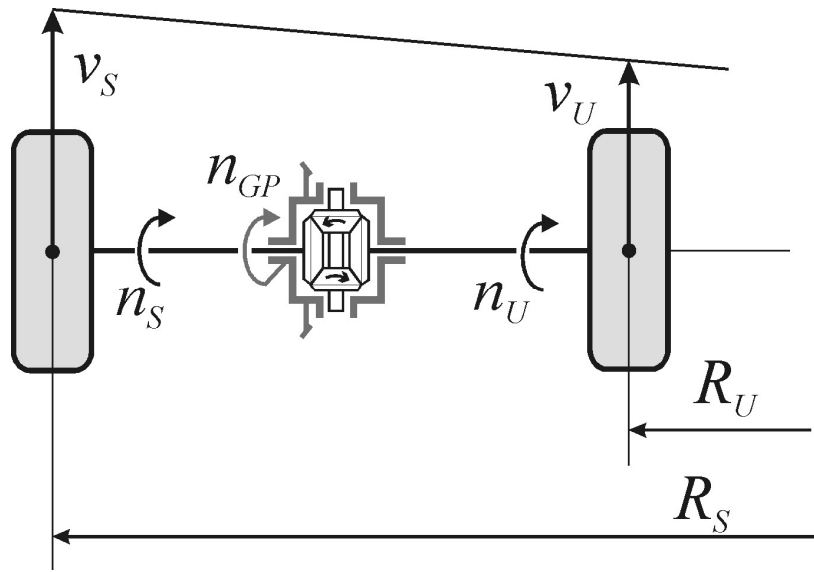
$$v_U = \frac{n_U \cdot \pi \cdot r_D}{30} = n_U \cdot \omega_U = R_U \cdot \omega$$

Zbog simetričnosti diferencijalnog prenosnika:

$$\omega_S - \Delta\omega = \omega_U + \Delta\omega = \omega_{GP}, \text{ tj.}$$

$$n_S - \Delta n = n_U + \Delta n = n_{GP}$$

$$\omega = \frac{n \cdot \pi}{30}$$

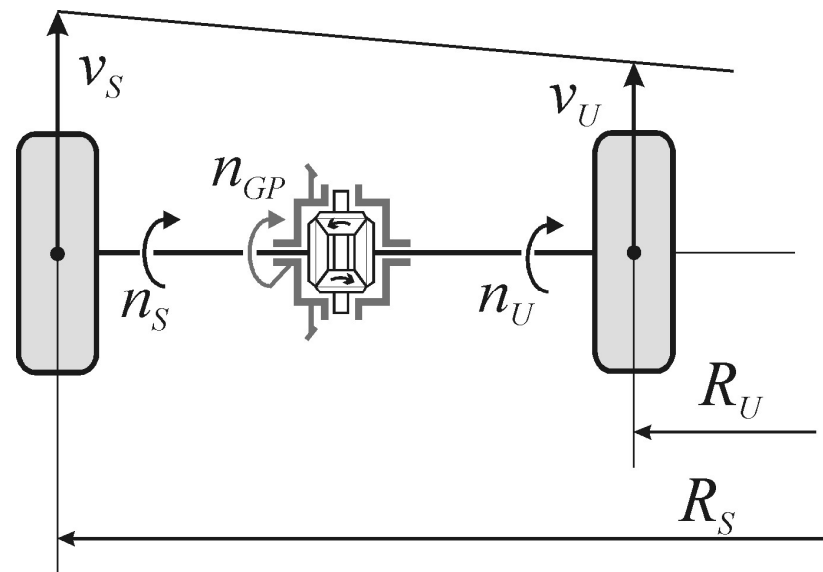
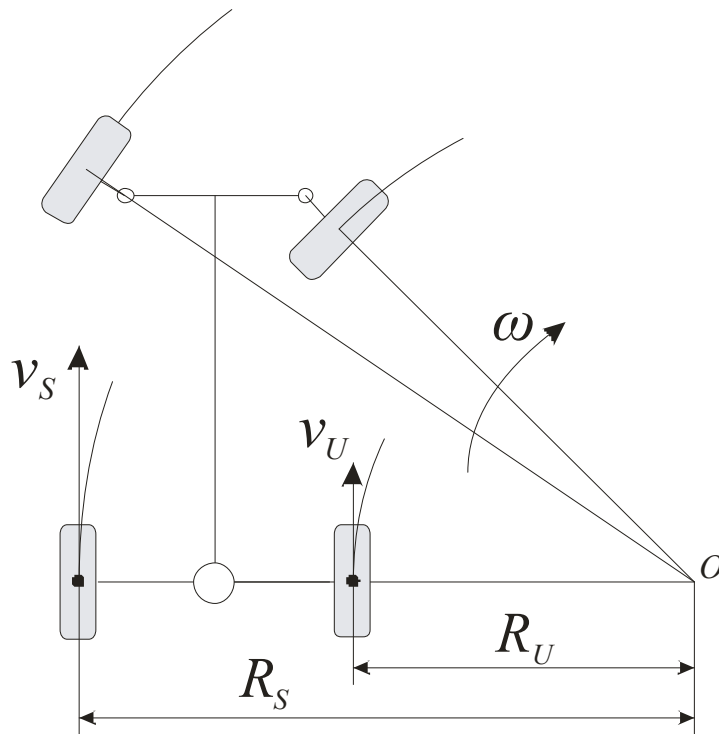


Razlika brojeva obrtaja unutrašnjeg i spoljašnjeg točka, pri kretanju u krivini:

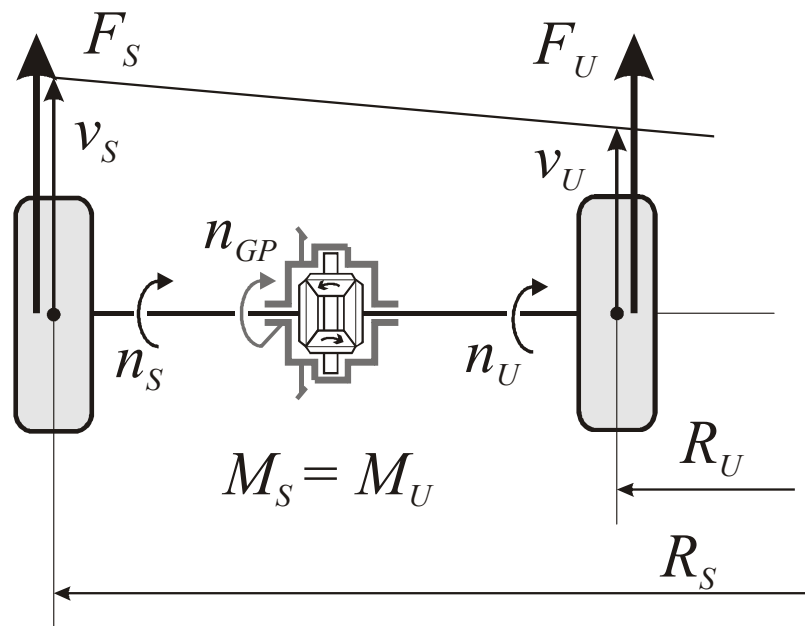
$$2\Delta n = \frac{2(R_S - R_U)}{R_S + R_U} n_{GP}$$

$$R_S - R_U = S \qquad \frac{R_S + R_U}{2} = R$$

Razlika brojeva obrtaja je veća što je razmak točkova pogonske osovine veći, a radius krivine manji.

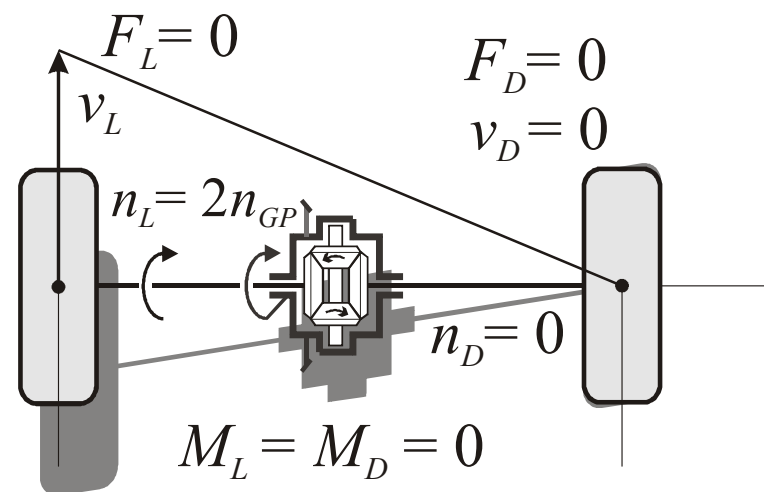


Vožnja u krivini



sile na pog. točkovima su jednake,
brzine mogu biti različite

Jedan točak podignut od tla



podignuti točak se slobodno obrće

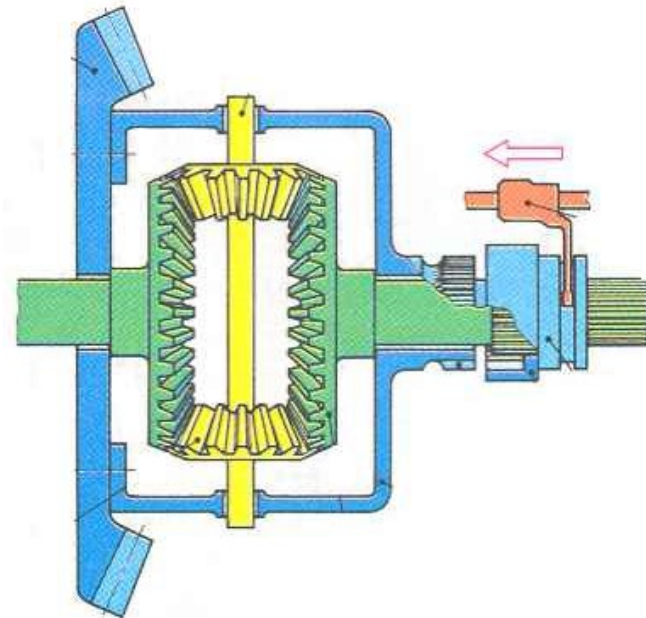
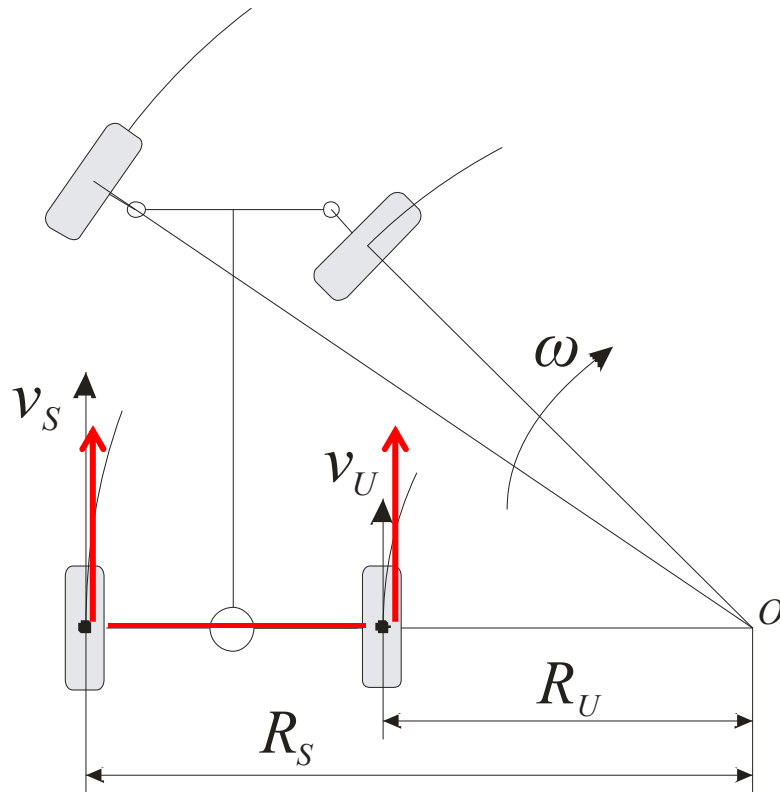
$$F_{o\ ukupno} = 0$$

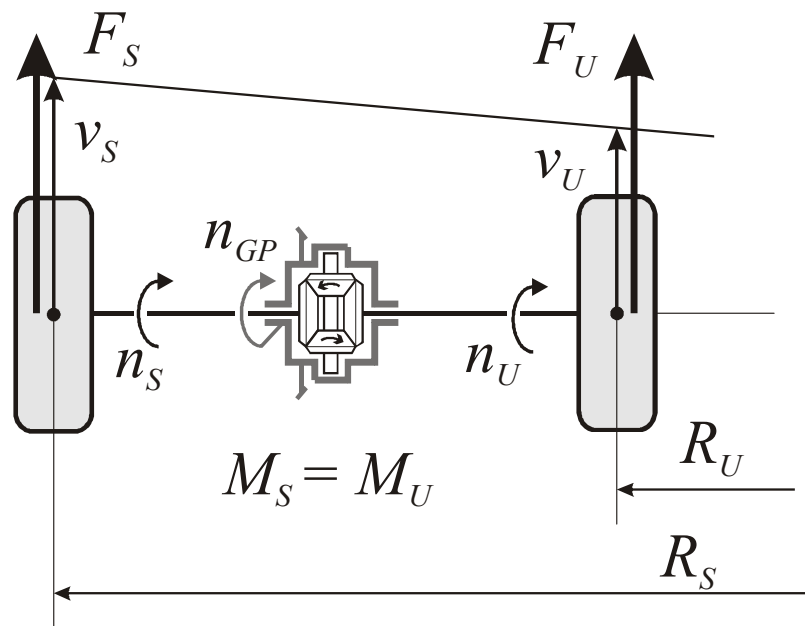
nema pogonske sile!

Blokada diferencijala

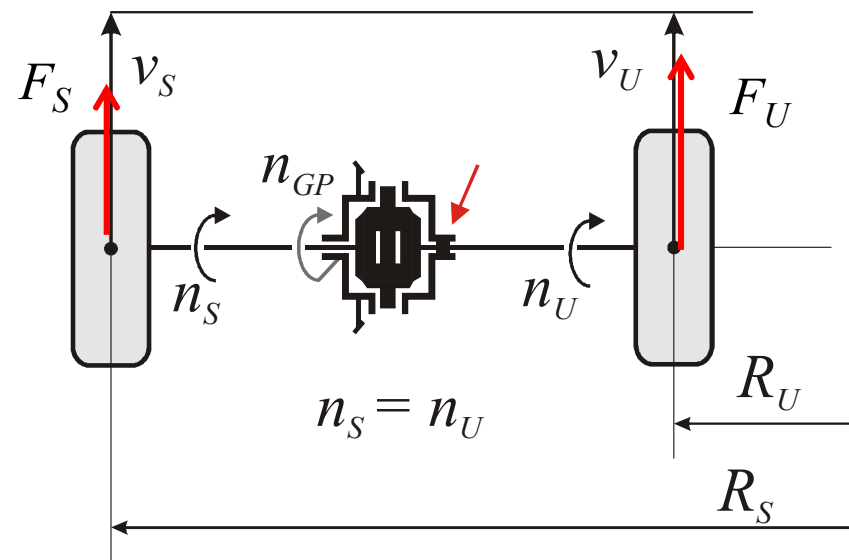
Levo i desno pogonsko vratilo su kruto povezani:
onemogućena razlika brojeva obrtaja levog i desnog točka

Pogonska vratila se ponašaju kao celina

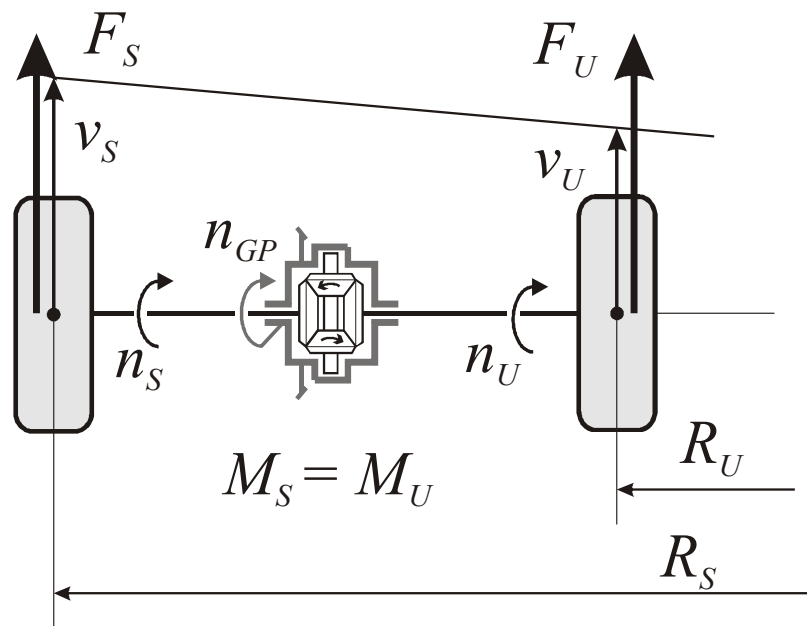




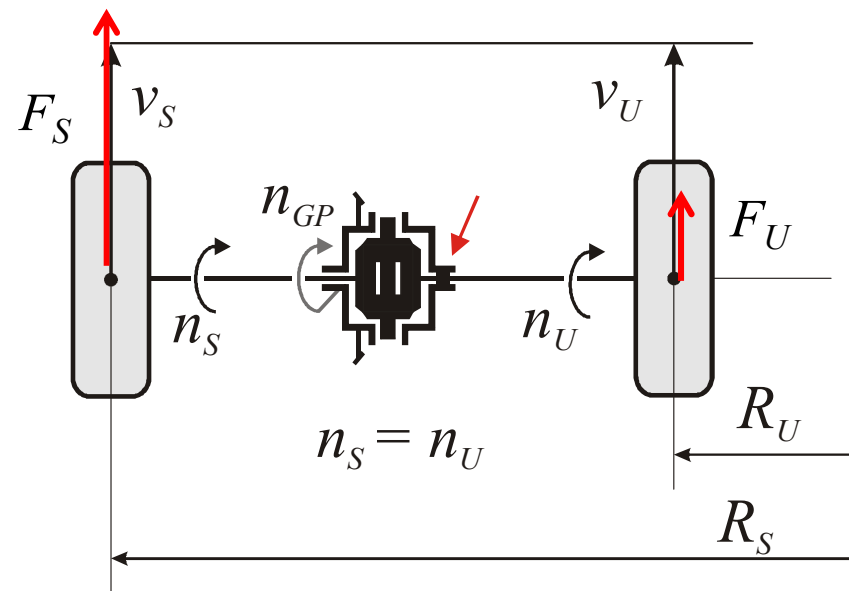
Diferencijal bez unutrašnjeg trenja: sile na pog. točkovima su jednake, brzine mogu biti različite



Blokiran diferencijal: sila na nekom pog. točku biće u skladu sa uzdužnom reakcijom u kontaktu sa tlom (otpor koji se suprotstavlja obrtanju točka), brzine su jednake

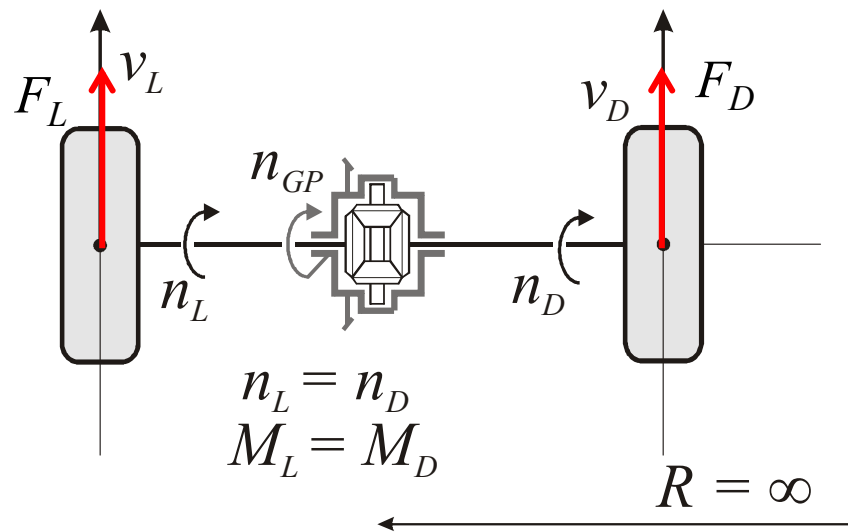


Diferencijal bez unutrašnjeg trenja: sile na pog. točkovima su jednake, brzine mogu biti različite

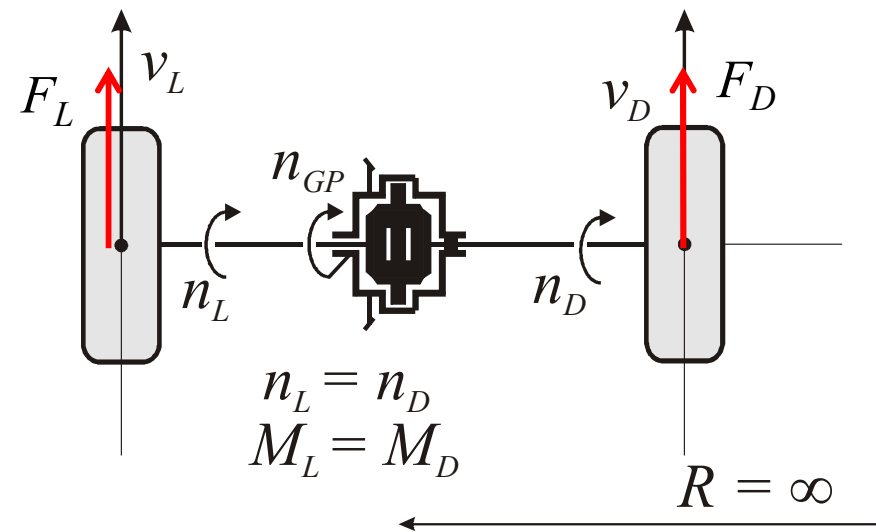


Blokiran diferencijal: sila na nekom pog. točku biće u skladu sa uzdužnom reakcijom u kontaktu sa tlom (otpor koji se suprotstavlja obrtanju točka), brzine su jednake

Vožnja na pravcu – idealan slučaj

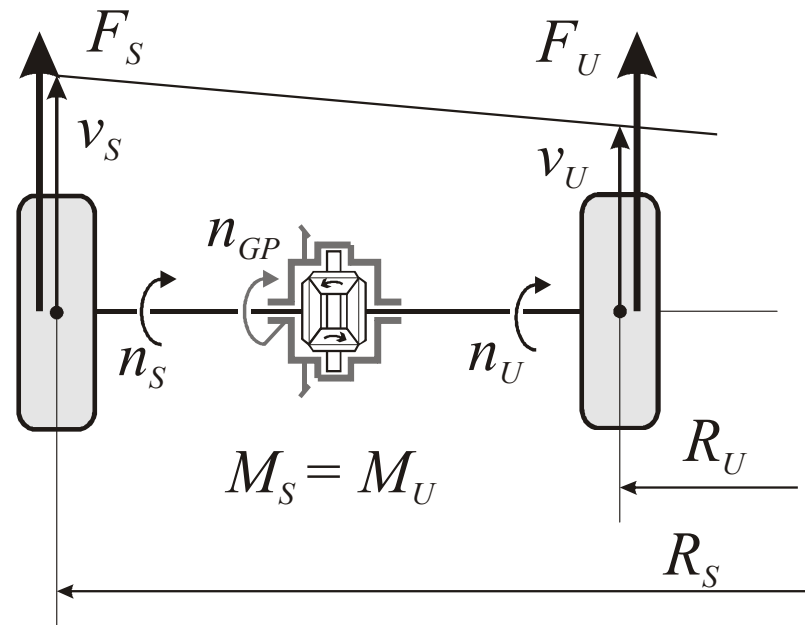


Diferencijal bez unutrašnjeg trenja:
sile i brzine na pog. točkovima su
jednake

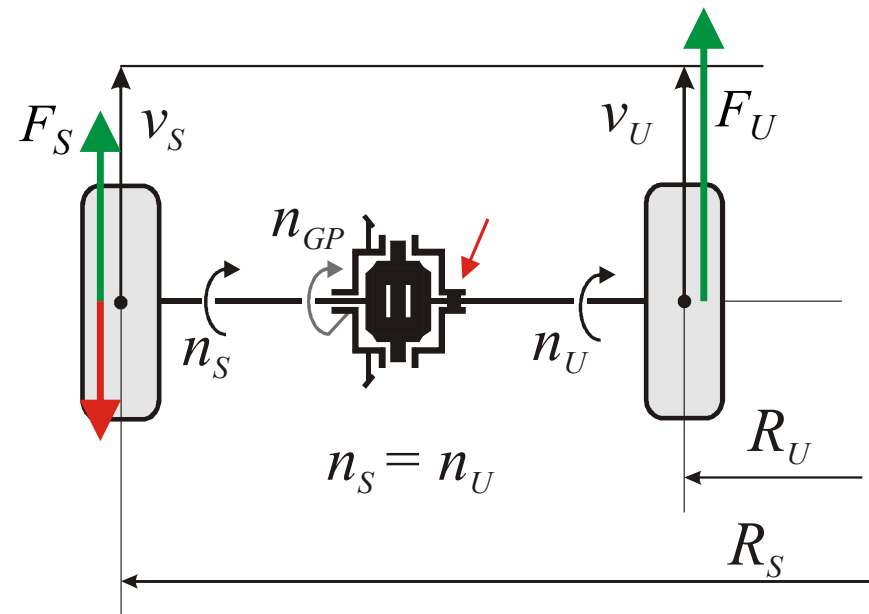


Blokiran diferencijal:
sile i brzine na pog. točkovima su
jednake

Vožnja u krivini – podloga sa dobrim prijanjanjem



Diferencijal bez unutrašnjeg trenja:
sile na pog. točkovima su jednake
brzine se razlikuju



Blokiran diferencijal:
brzine na pog. točkovima su jednake
točkovi moraju proklizavati = dodatne
sile (parazitski moment u vratilima)
pored sila za savladavanje otpora

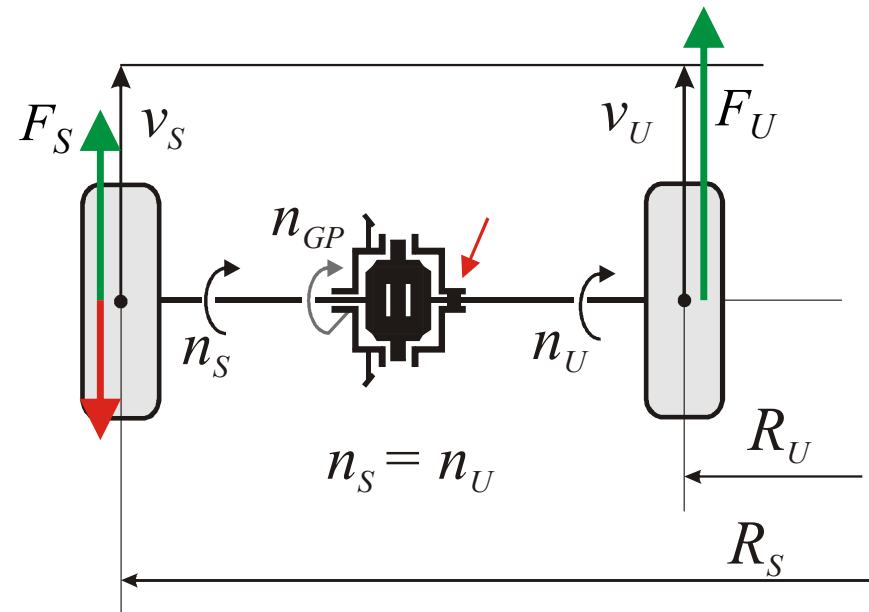
Vožnja u krivini – podloga sa dobrim prijanjanjem

Unutrašnji točak:

$$0,377 n_U \pi r_D > v_U \rightarrow \text{“vuče”}$$

Spoljašnji točak

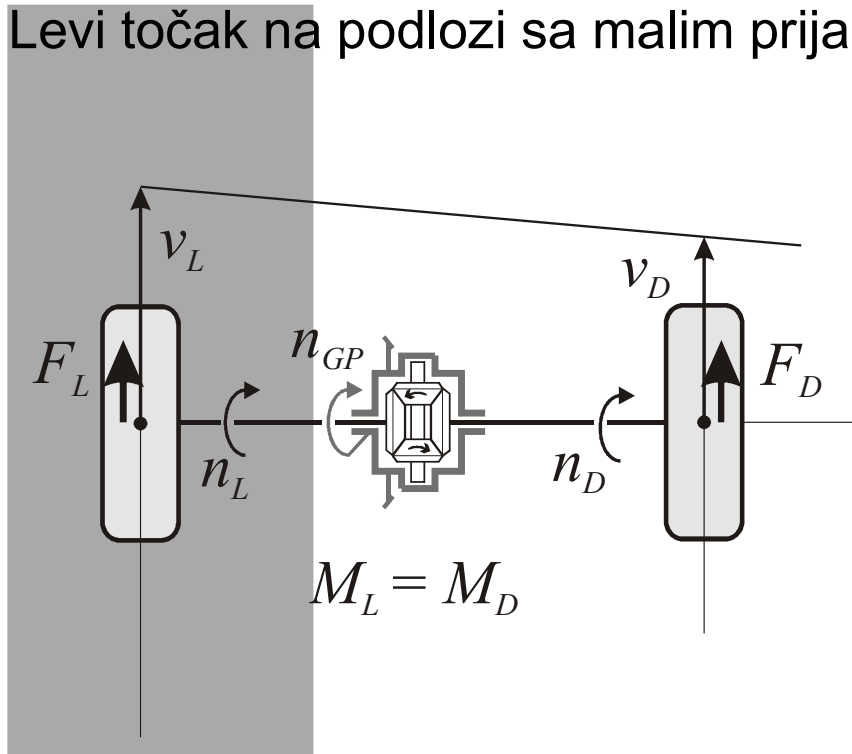
$$0,377 n_S \pi r_D < v_S \rightarrow \text{“koči”}$$



Blokiran diferencijal:

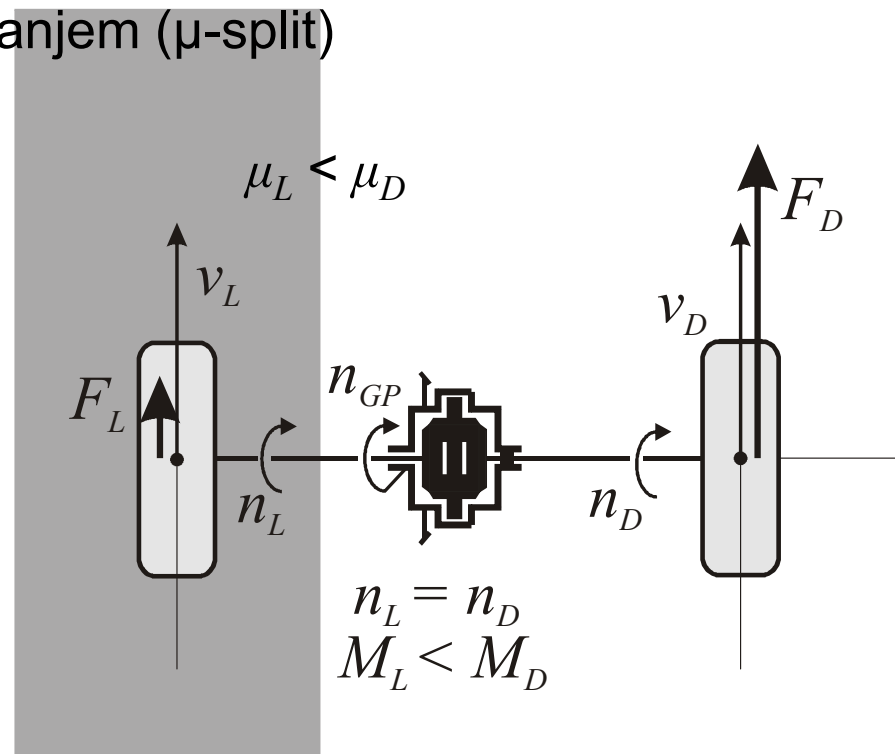
brzine na pog. točkovima su jednake,
točkovi moraju proklizavati = dodatne
sile (parazitski moment u vratilima)
pored sila za savladavanje otpora

Levi točak na podlozi sa malim prijanjanjem (μ -split)



Diferencijal bez unutrašnjeg trenja:
max. moguća sila jednaka je max.
sili prijanjanja na točku sa slabijim
prijanjanjem

$$F_{o\ ukupno} = 2 F_L$$

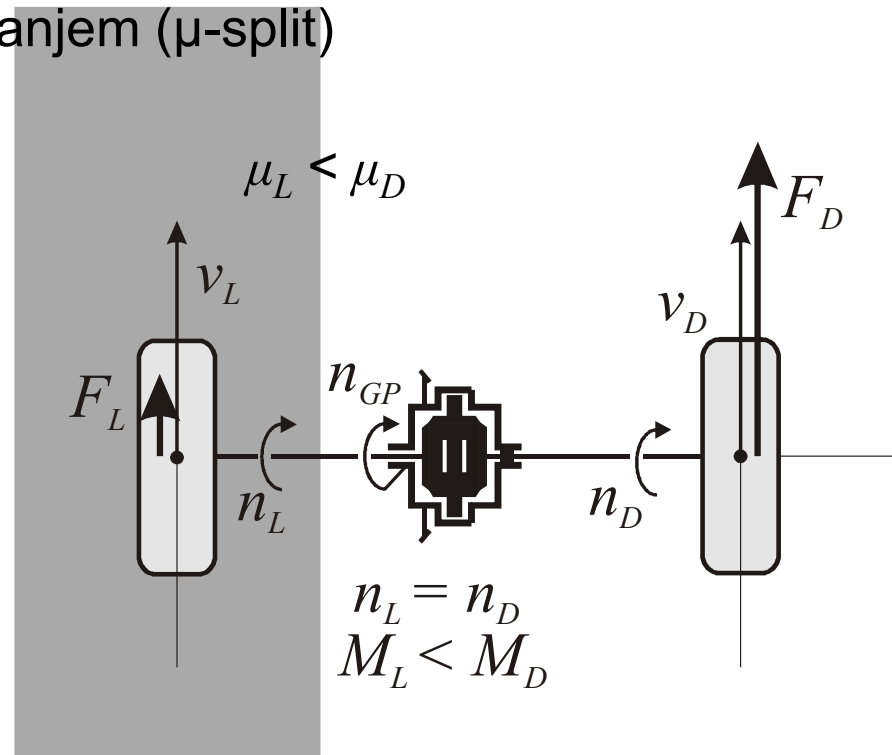


Blokiran diferencijal:
max. moguća sila na nekom točku
biće jednaka sili prijanjanja tog točka

$$F_{o\ ukupno} = F_L + F_D$$

Levi točak na podlozi sa malim prijanjanjem (μ -split)

U slučaju skretanja, proklizavaće točak sa slabijim prijanjanjem (ovde levi točak)

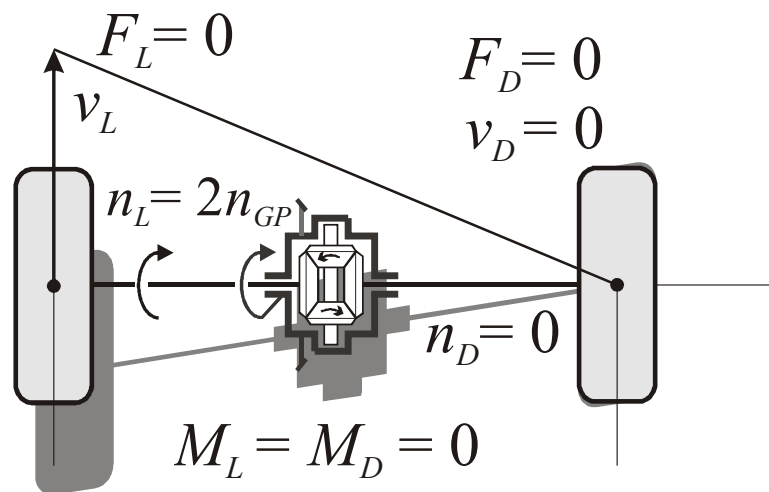


Blokiran diferencijal:

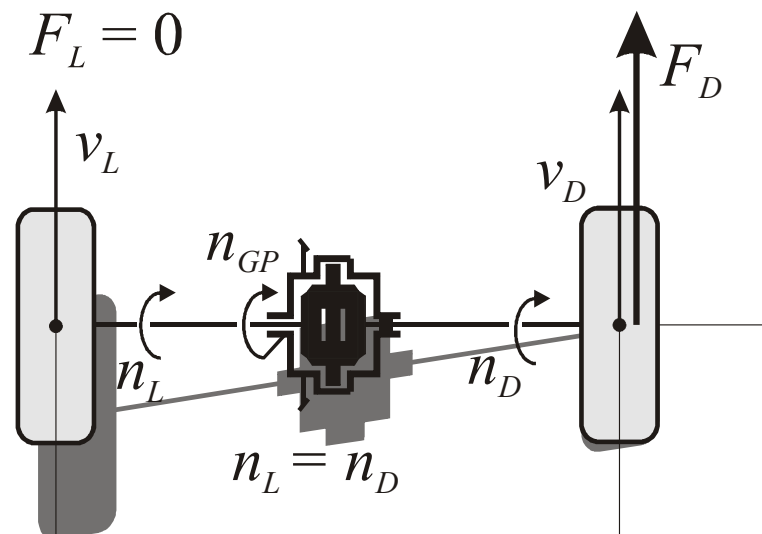
max. moguća sila na nekom točku
biće jednaka sili prijanjanja tog točka

$$F_{o\ ukupno} = F_L + F_D$$

Levi točak podignut od tla



Diferencijal bez unutrašnjeg trenja:
 podignuti točak se slobodno obrće
 $F_{o\ ukupno} = 0$

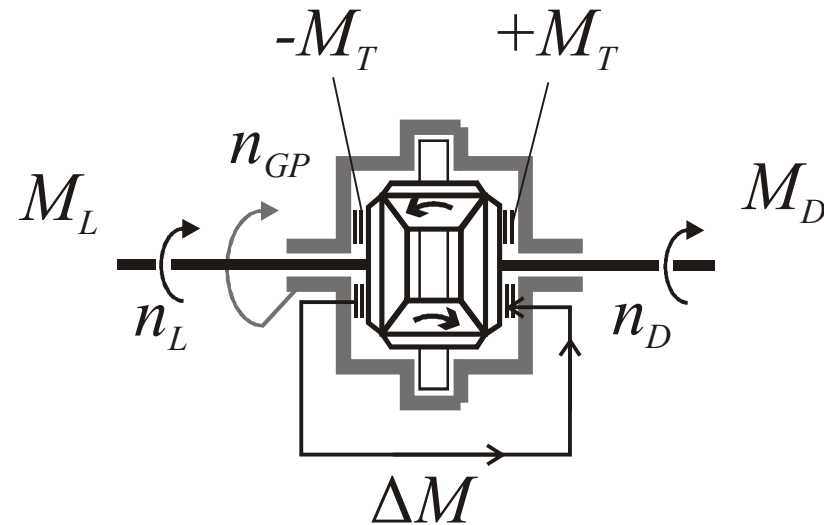
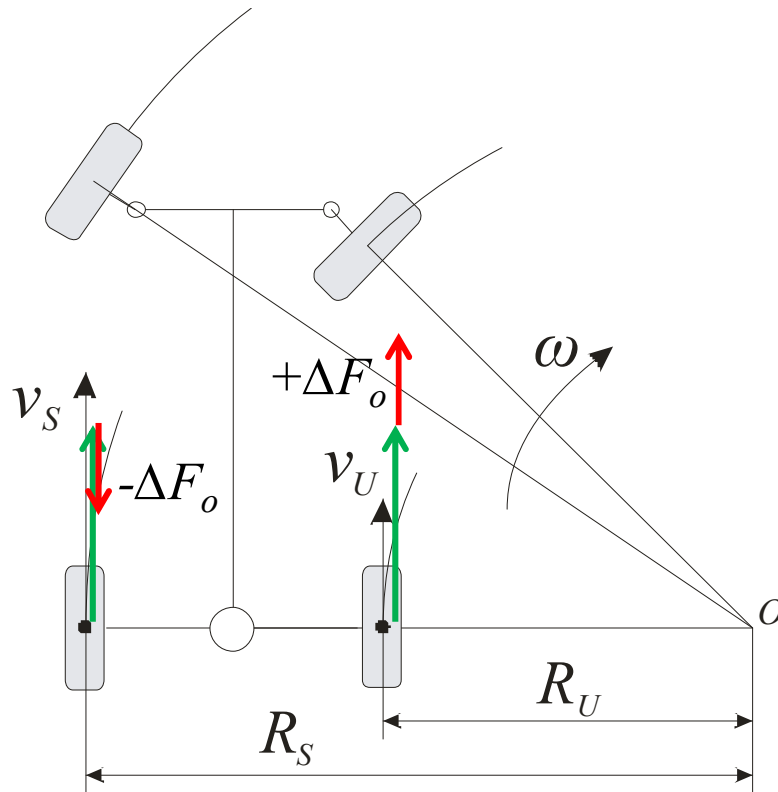


Blokiran diferencijal:
 točak koji je na tlu prenosi obrtni
 moment

$$F_{o\ ukupno} = F_D$$

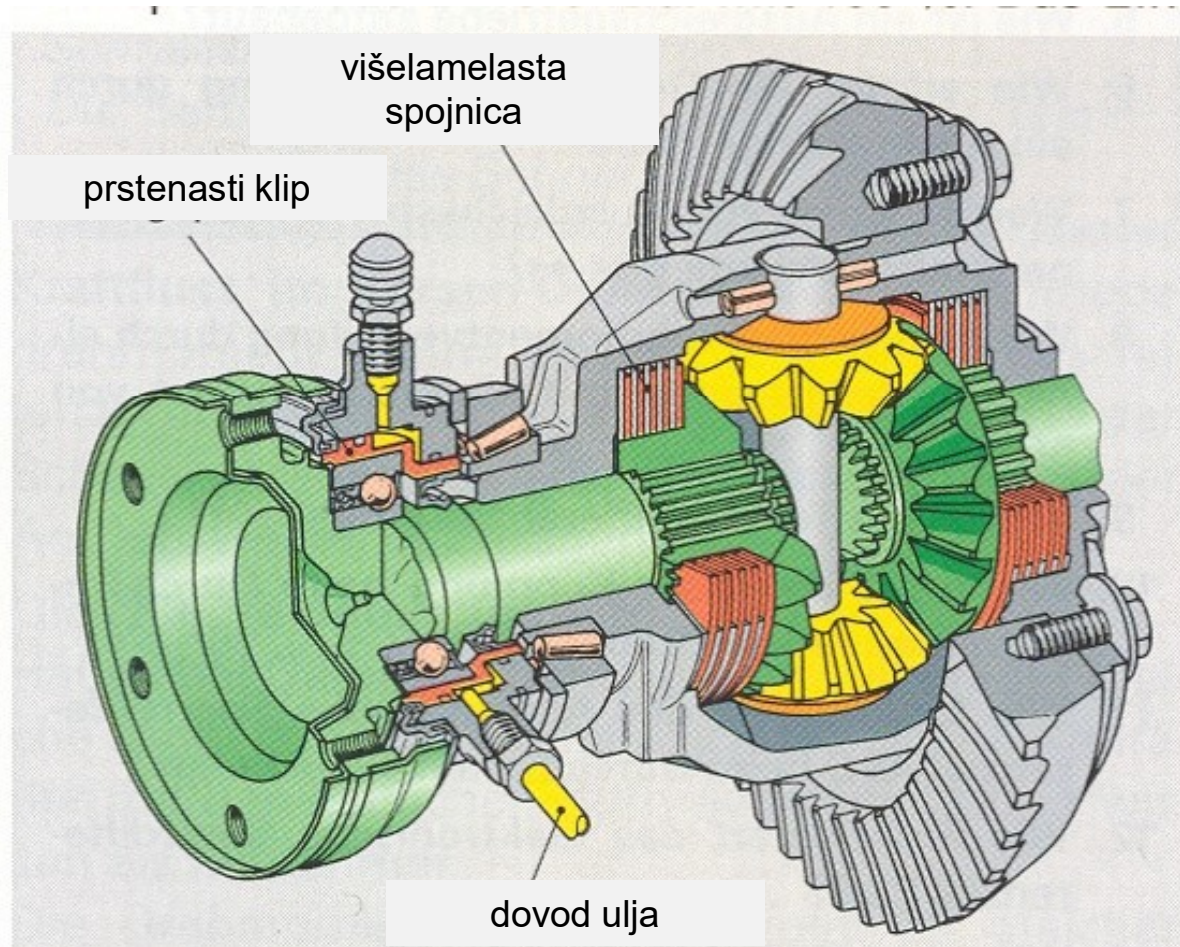
Diferencijal sa povećanim unutrašnjim trenjem

Moment trenja M_T između centralnih zupčanika i kućišta suprotstavlja se njihovom relativnom obrtanju - teži da uspori brže vratilo a ubrza sporije, pri čemu se moment trenja dodaje vratilu koje se sporije obrće. Izraženije je sa povećanjem razlike brojeva obrtaja

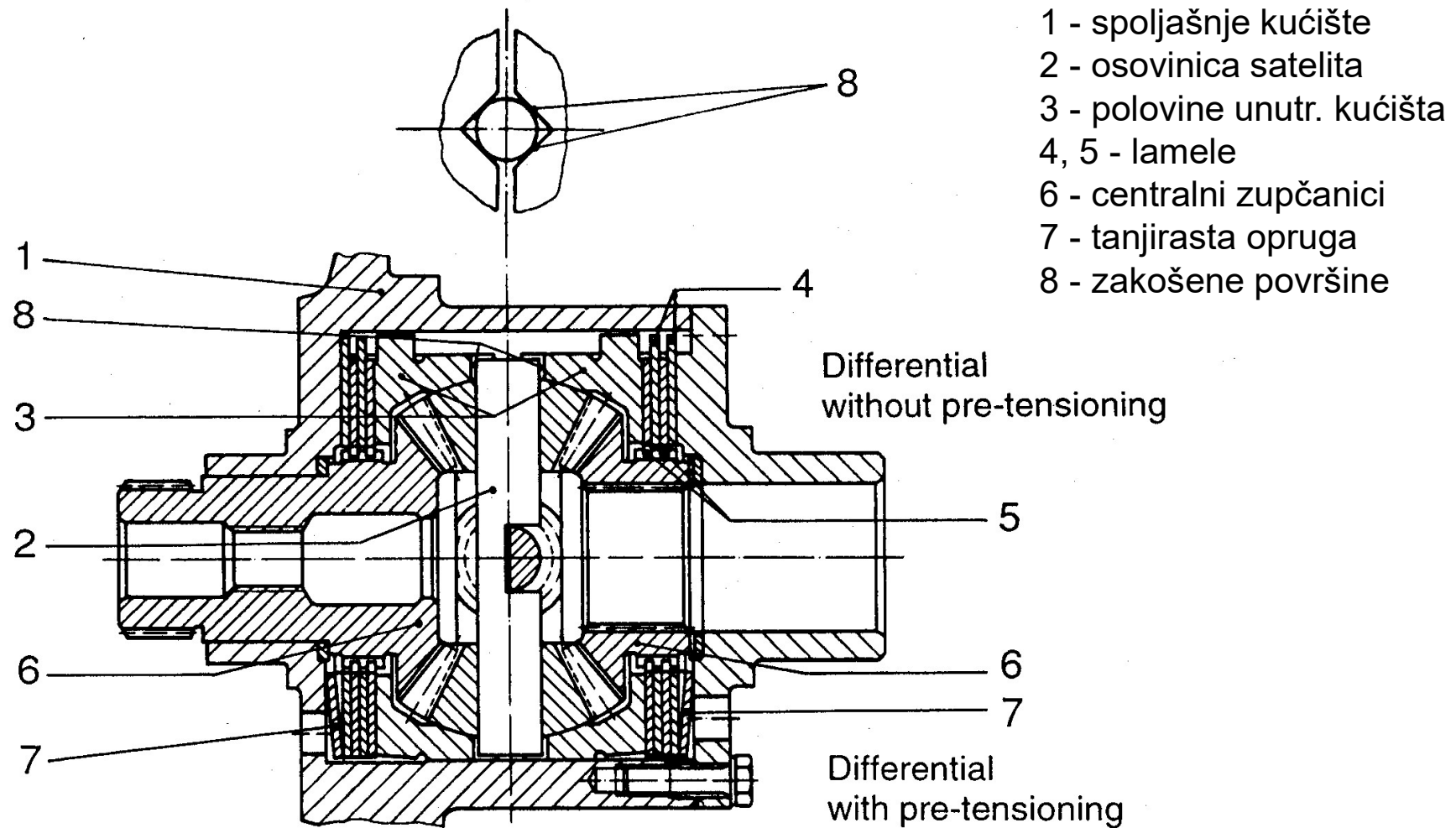


Diferencijal sa povećanim unutrašnjim trenjem

Aktiviranje - spoljašnje



Aktiviranje - automatsko (sa konstantnim inicijalnim trenjem)

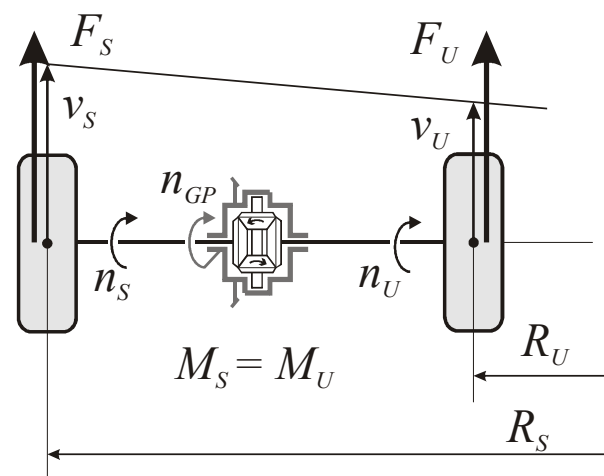
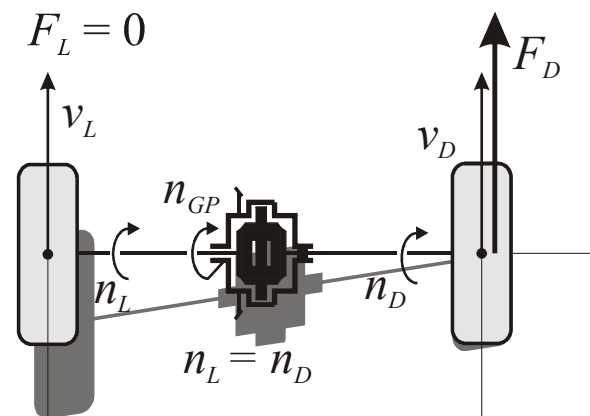


Procentualni odnos "blokade":

$$S = \frac{M_T}{M_{ukupno}} = \frac{|M_L - M_D|}{M_L + M_D} 100\%$$

U diferencijalu sa potpunom blokadom $S = 100\%$ (kada je moment na jednom točku nula, npr. jer je podignut).

U diferencijalu bez unutrašnjeg trenja $S = 0$, jer su momenti (teorijski) uvek jednaki.



Pogon na više osovina

Pogon na više osovina se primenjuje u

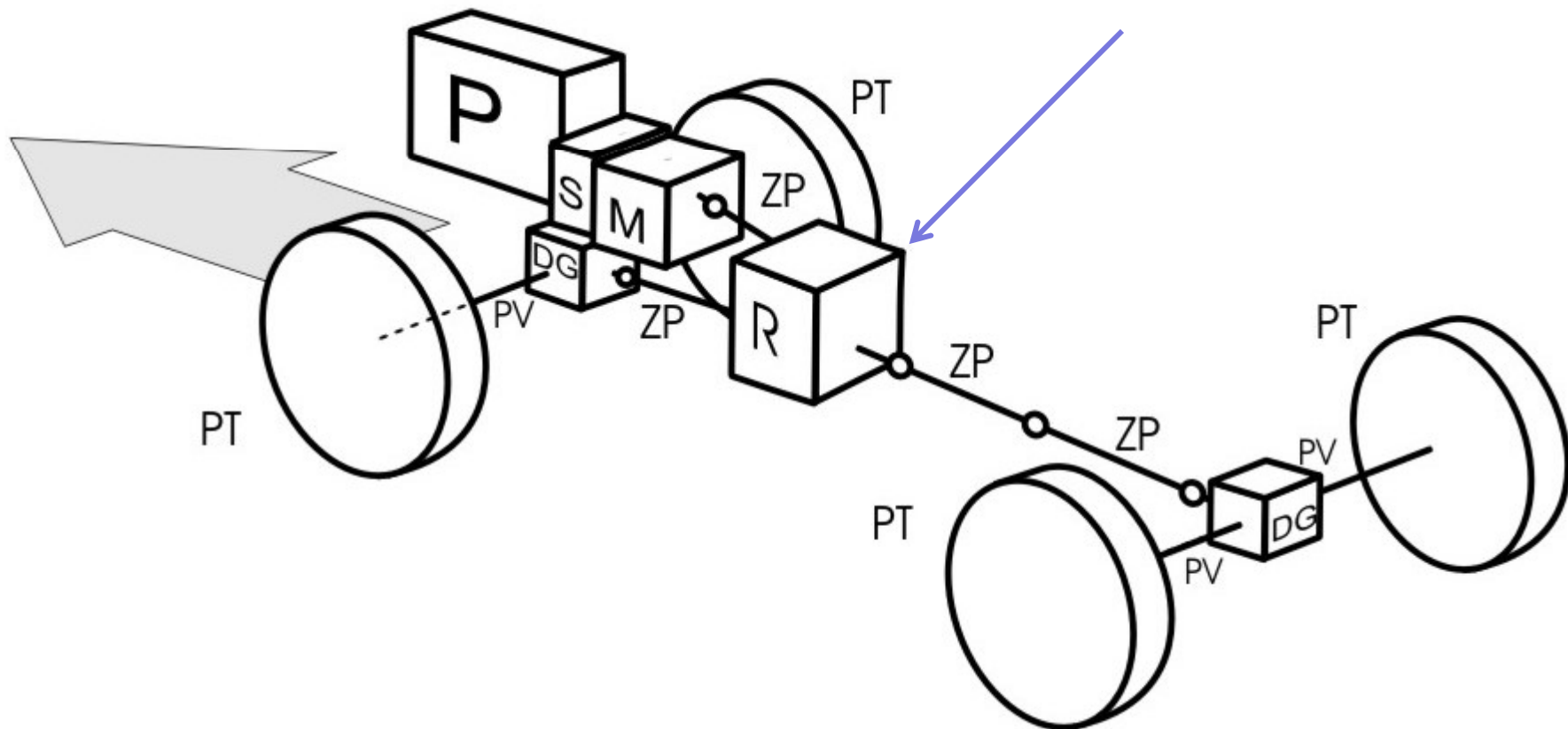
- terenskim vozilima
- teretnim vozilima koja su namenjena za eksploataciju i van tvrdih puteva
- pojedinim putničkim i sportskim vozilima

Veći broj pogonskih točkova ostvaruje veću ukupnu vučnu silu

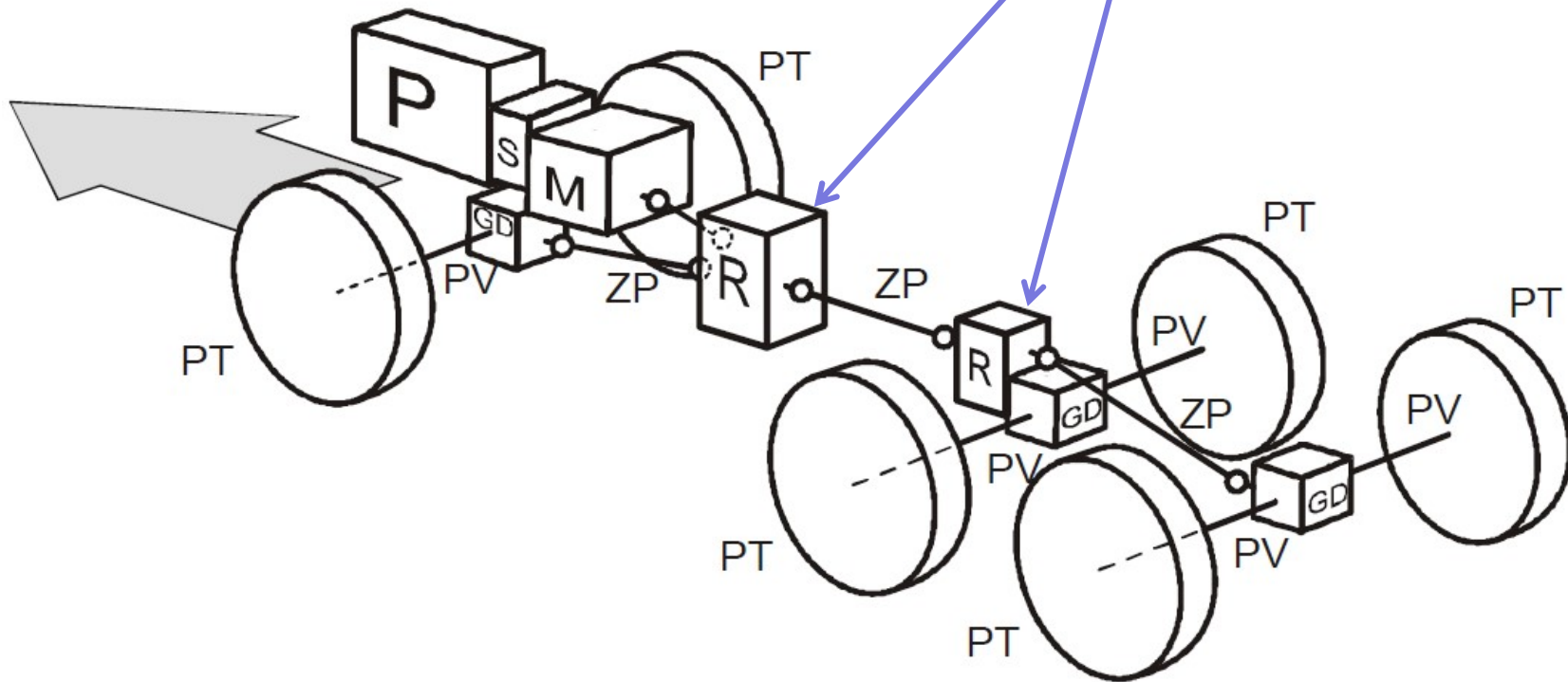
- u uslovima nedovoljnog prijanjanja
- za savladavanje velikih uspona, kakvi se ne javljaju u normalnim uslovima eksploatacije
- realizacija (viška) raspoložive snage u sportskom vozilu - bolje ubrzanje i uvećan kapacitet točkova za prijem bočnih sila

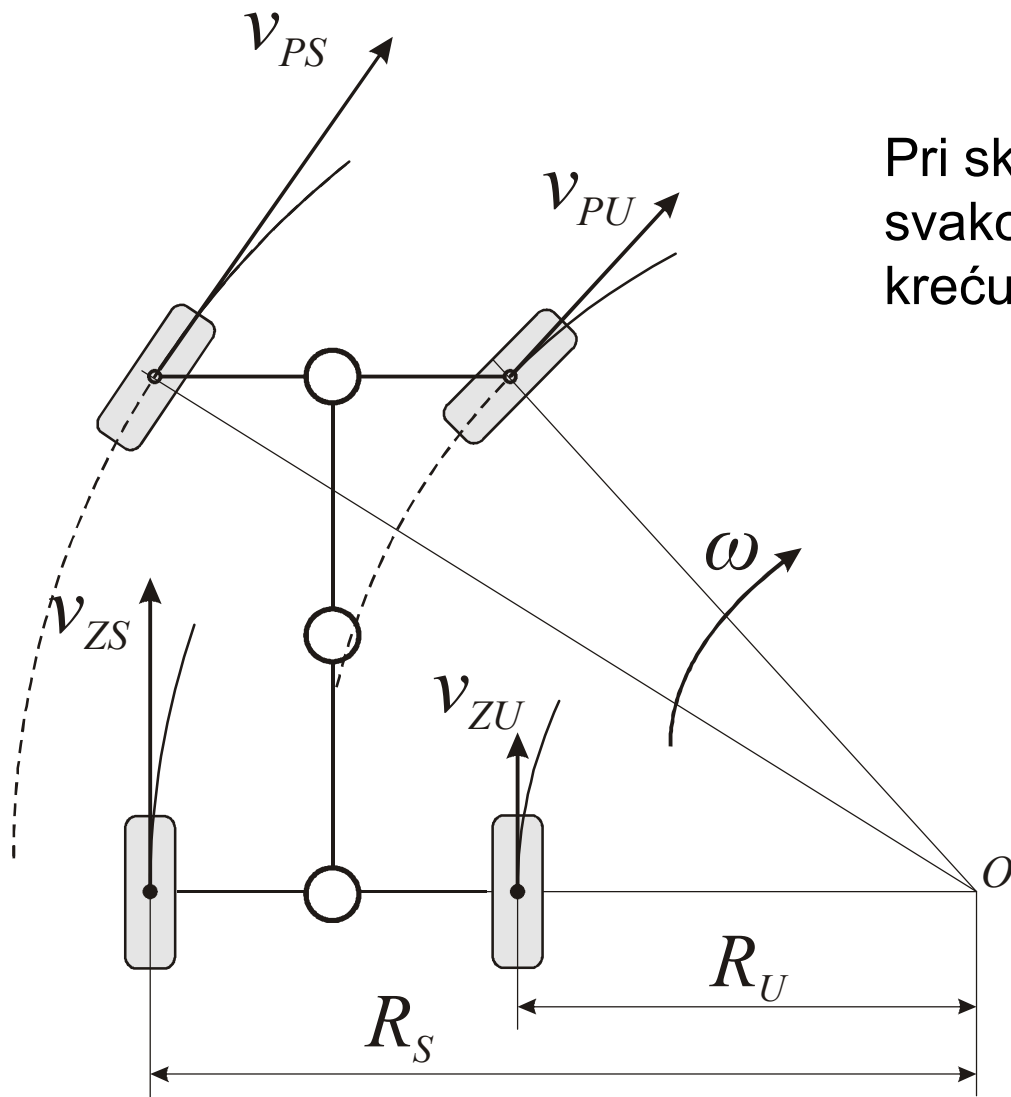
Pogon na više osovina

Međuosovinski razvodnik snage služi za dovođenje pogona na više osovina



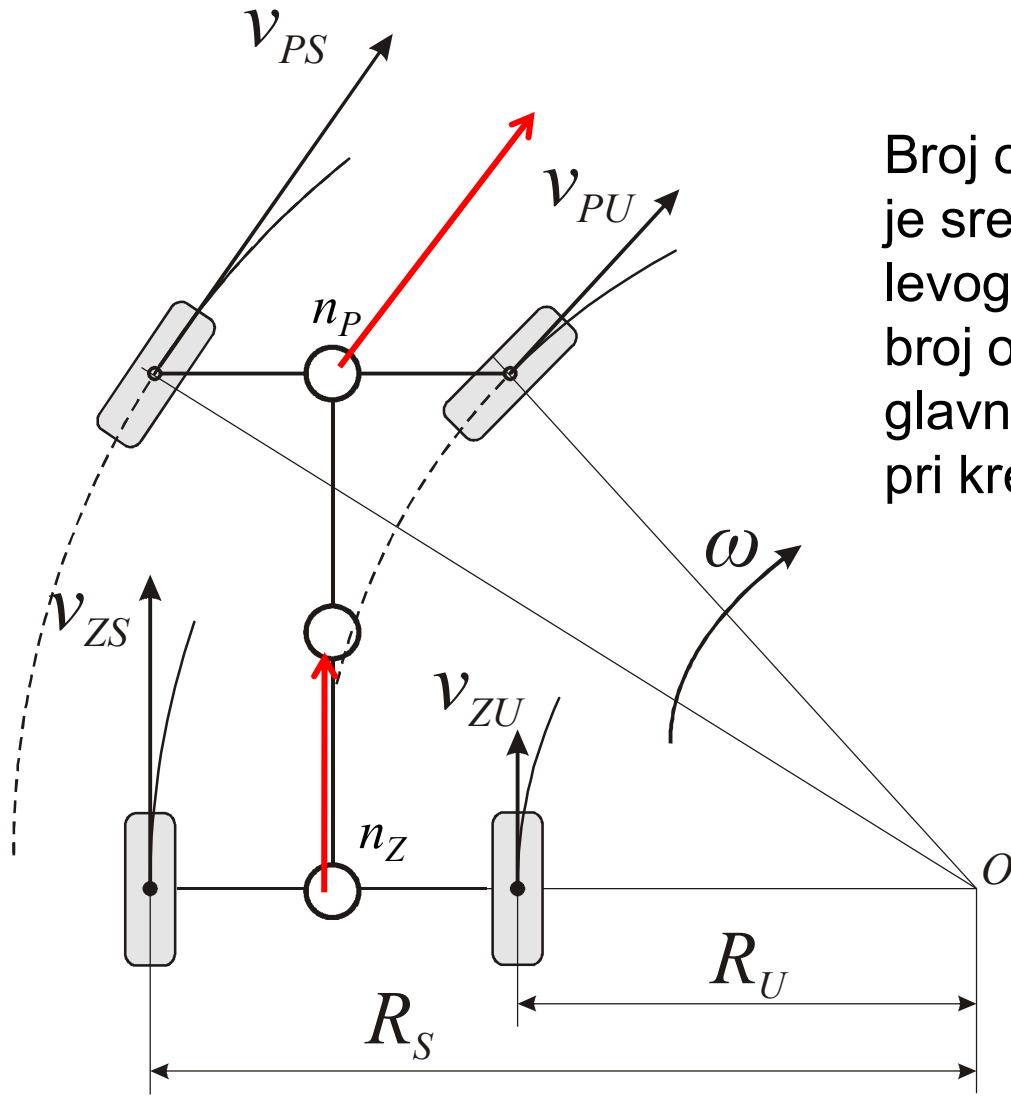
Međuosovinski razvodnici snage služi za dovođenje pogona na više osovina





Pri skretanju vozila brzina svakog točka je različita jer se kreću po različitim radijusima

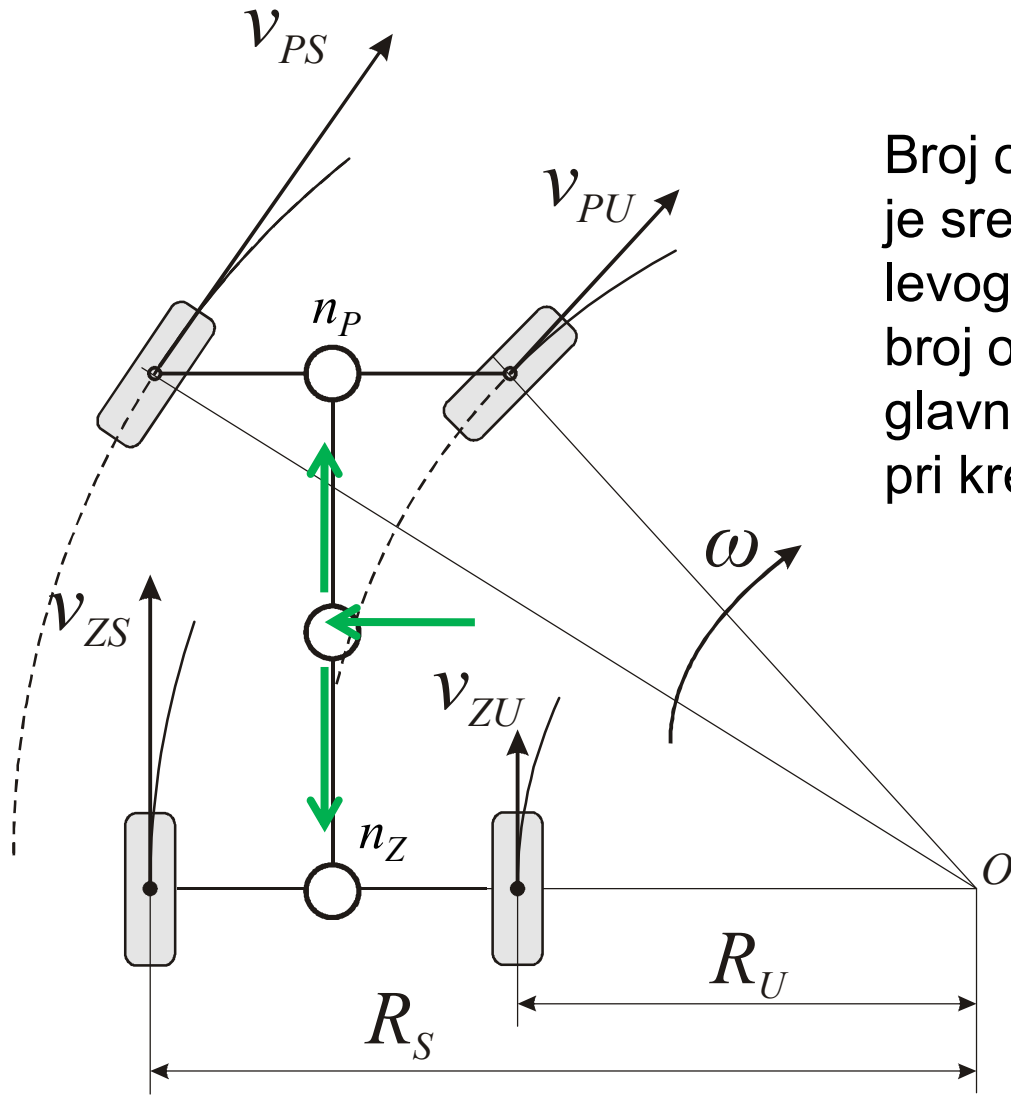
$$v_{PS} > v_{ZS} > v_{PU} > v_{ZU}$$



Broj obrtaja glavnog prenosnika je srednja vrednost obrtaja levog i desnog točka: broj obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika biće različiti pri kretanju kroz krivinu

$$n_P > n_Z$$

$$v_{PS} > v_{ZS} > v_{PU} > v_{ZU}$$



Broj obrtaja glavnog prenosnika je srednja vrednost obrtaja levog i desnog točka:
 broj obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika biće različiti pri kretanju kroz krivinu

$$n_P > n_Z$$

Potrebno je dovesti snagu napred i nazad i omogućiti da se brojevi obrtaja glavnih prenosnika razlikuju

$$v_{PS} > v_{ZS} > v_{PU} > v_{ZU}$$

Pogon na više osovina može biti

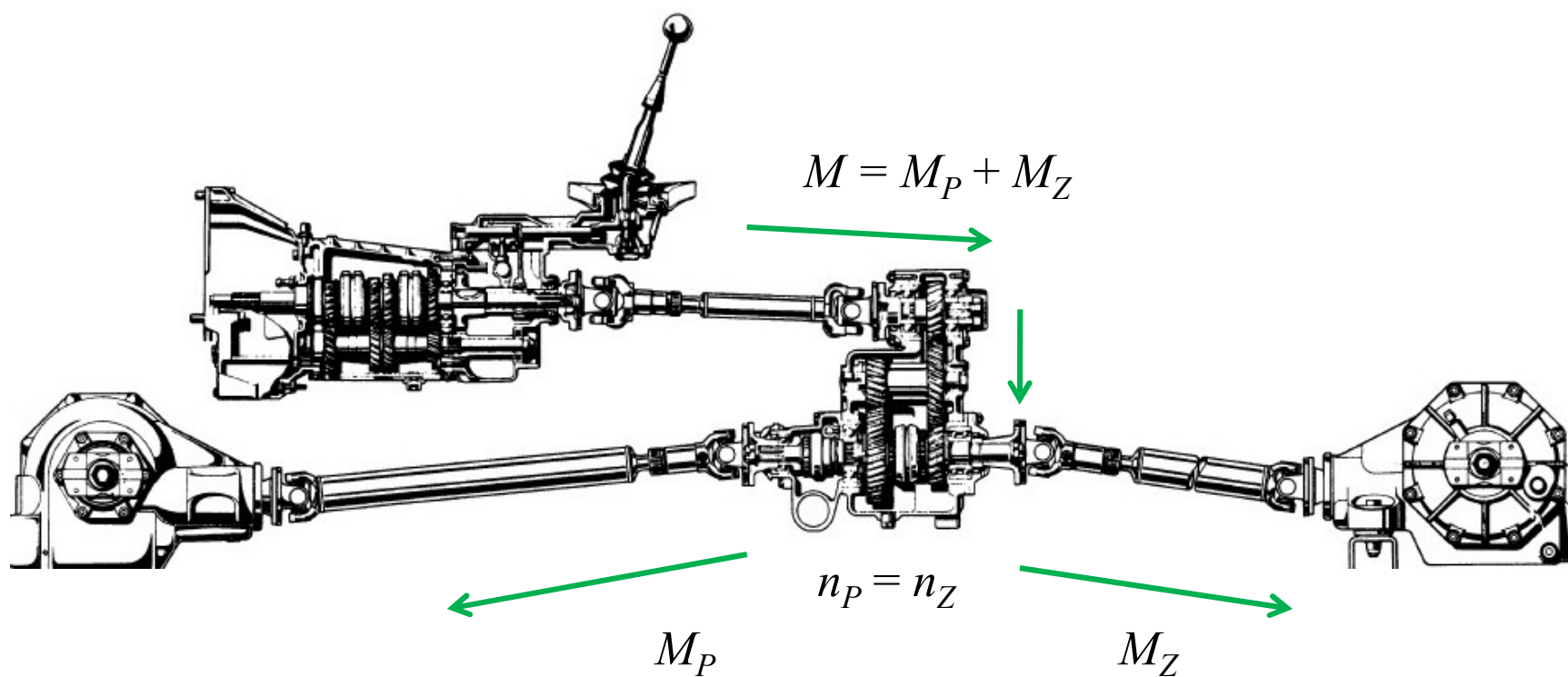
- povremeni pogon (po potrebi, kada je potrebna povišena prohodnost pri malim brzinama kretanja)
- stalni pogon (na sve osovine ili na grupu osovina - npr. tandem osovine)

Povremeni pogon (*part-time 4WD*) ostvaruje se krutim međuosovinskim razvodnikom - ne omogućava razliku brojeva obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika.

Stalni pogon na više ili sve osovine mora dozvoliti različite brojeve obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika:

- diferencijalni razvodnik (centralni diferencijal), ili
- spojnički međuosovinski razvodnik

Kruti međuosovinski razvodnik ne omogućavaju razliku brojeva obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika: ponaša se kao blokirani diferencijal



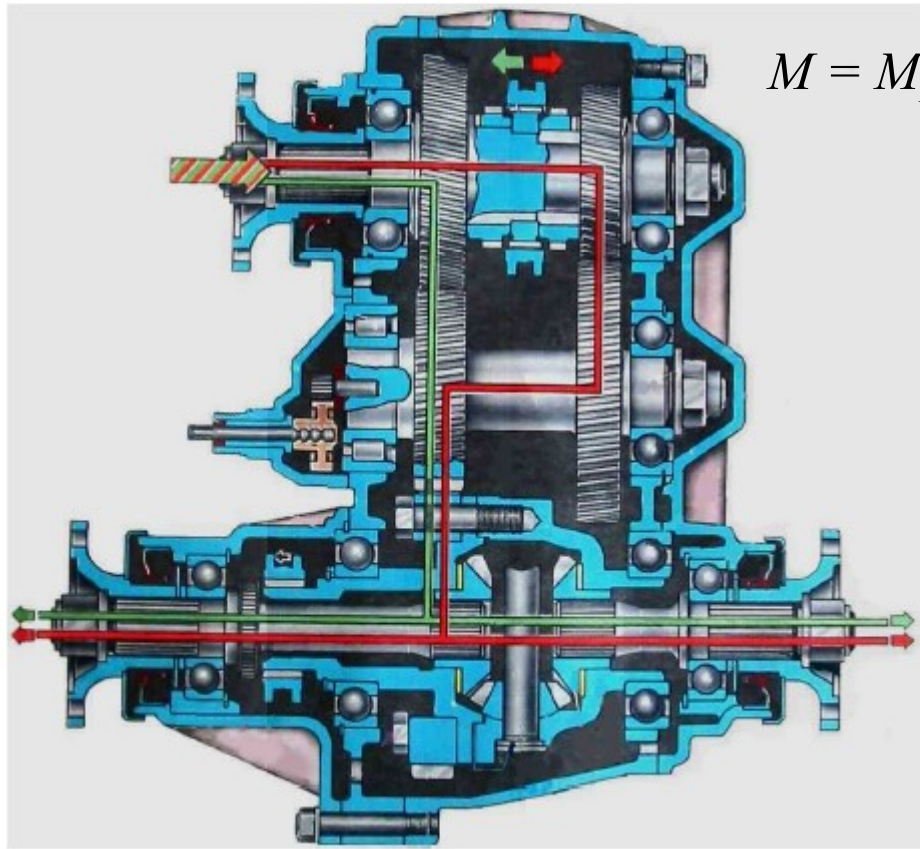
Diferencijalni razvodnik omogućava razliku brojeva obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosnika, dele obrtni moment u konstatnom odnosu:

- simetrični diferencijal 50/50 (%), ponaša se kao osovinski diferencijal
- nesimetrični diferencijal: obrtni momenti se razlikuju u određenom odnosu, obično prema os. opterećenju (npr. 35/65)

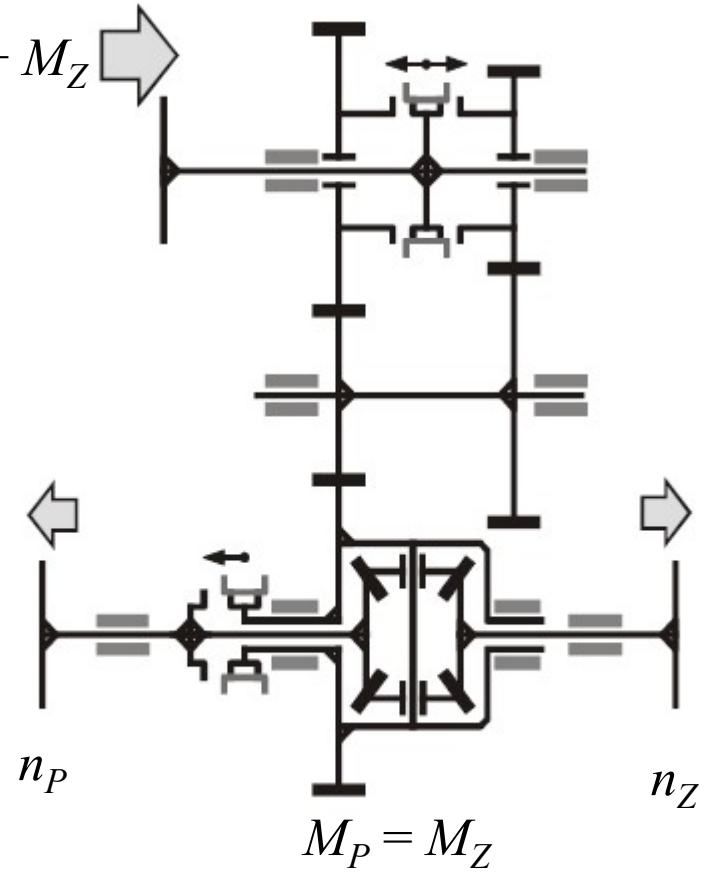
Da bi se sprečilo da proklizavanje točkova jedne osovine onemogući točkove druge osovine sa boljim prijanjanjem da razviju veću vučnu silu (analogija sa osovinskim diferencijalom):

- u terenskim i teretnim vozilima diferencijalni razvodnici se opremaju blokadom (prevodi se u kruti razvodnik),
- u putničkim i sportskim vozilima sa pogonom na sve točkove, primenjuju se centralni diferencijali sa uvećanim unutrašnjim trenjem

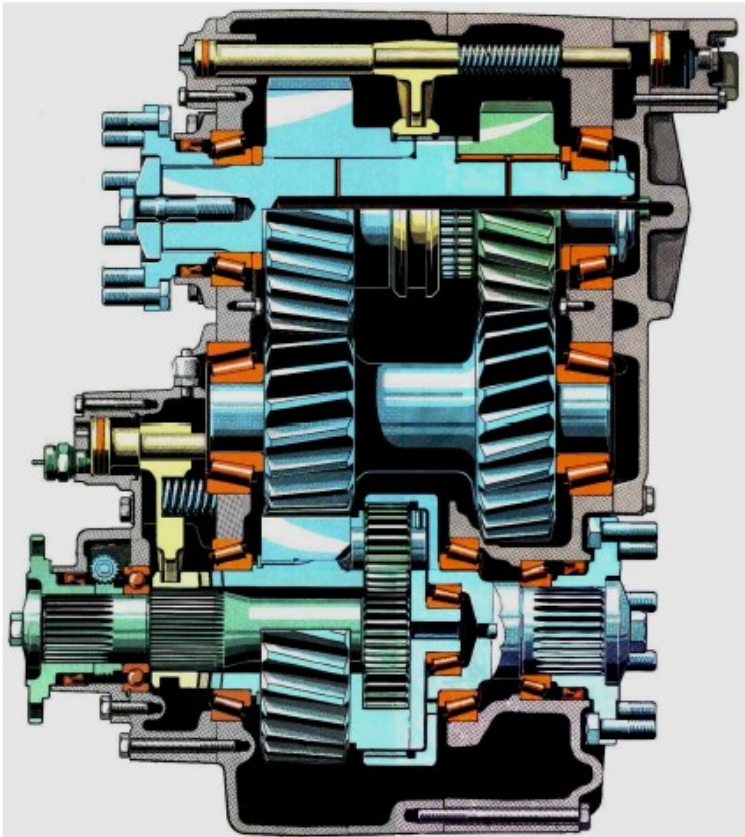
Simetrični diferencijalni razvodnik omogućava razliku brojeva obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosioca, deli obrtni moment u jednakim vrednostima na prednju i zadnju osovinu



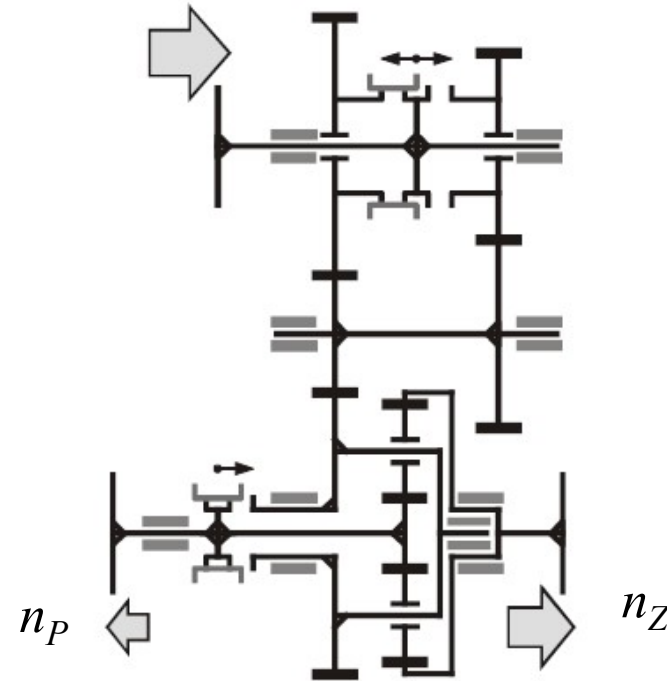
$$M = M_P + M_Z$$



Nesimetrični diferencijalni razvodnik omogućava razliku brojeva obrtaja prednjeg i zadnjeg glavnog prenosioca, deli obrtni moment u određenom konstantnom odnosu na prednju i zadnju osovinu



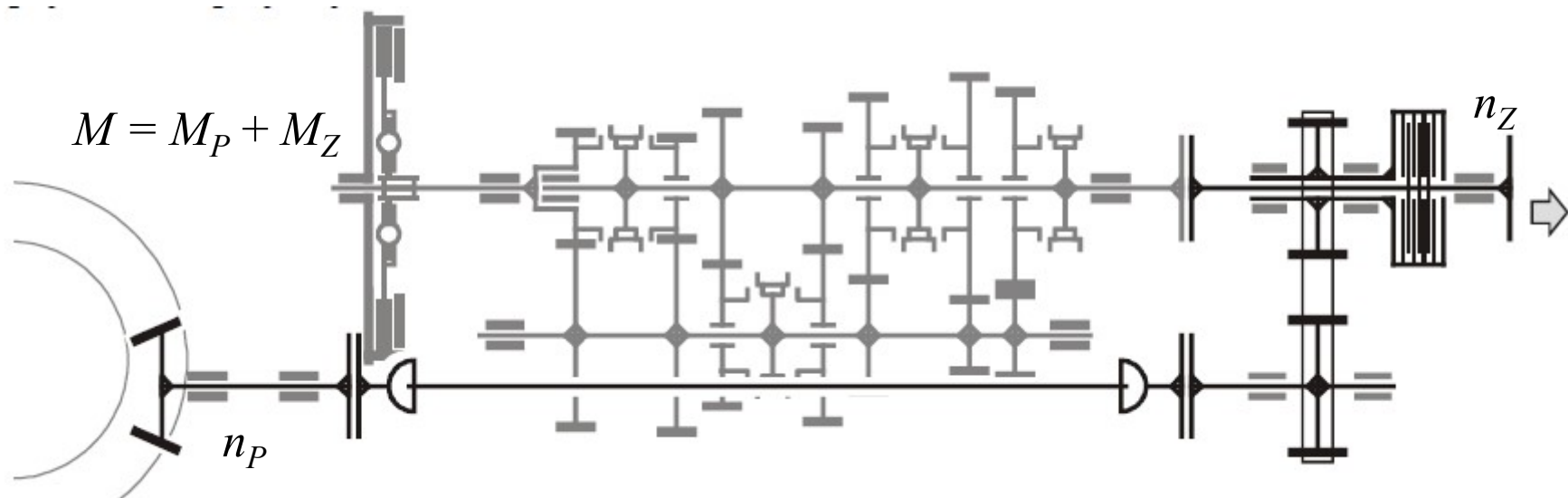
$$M = M_P + M_Z$$



$$M_P / M_Z = \text{const}, M_P < M_Z$$

Spojnički međuosovinski razvodnik omogućava stalnu krutu vezu jedne osovine a druga osovina se pogoni preko spojnice (visko spojnice):

- spojnica određuje/ograničava obrtni moment koji ta osovina prima
- dopušta različite brzine vrtila koje spaja i na račun proklizavanja njenih elemenata omogućava da se pogonski točkovi različitih osovine obrću različitim brzinama



$$M_P / M_Z \neq const, M_P = 0 .. M, M_Z = M .. 0$$

Točak

Točkovi su deo voznog postroja koji služe za kretanje vozila po podlozi (funkcija pokretnih oslonaca) i elastično oslanjanje.

Sile koje deluju na točak:

- vertikalne sile - težinu vozila i dinamičke reakcije,
- podužne sile - pogonske sile i sile kočenja,
- poprečne sile - sile na upravljačkim točkovima i bočne reakcije.

Točak se sastoji od pneumatika i naplatka



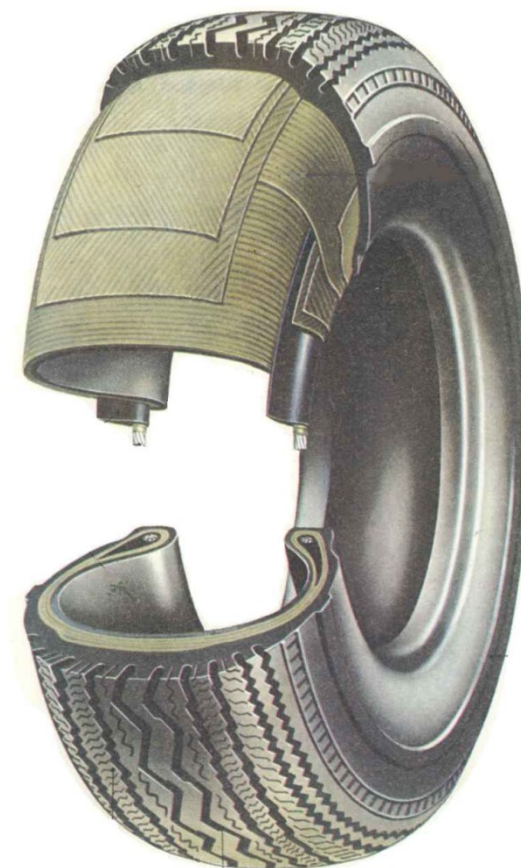
Pneumatik

Zadatak pneumatika:

- da ostvari dobro prianjanje za podlogu (u ravni podloge),
- ublažavanje i prigušivanje pobude i udara od podloge,
- mali otpor kotrljanja.

Glavne komponente savremenih pneumatika radijalne konstrukcije su:

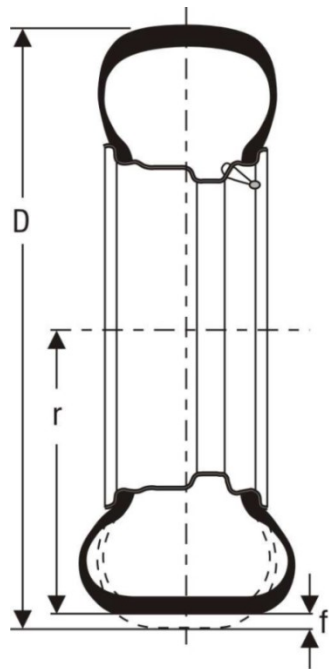
- **guma** – mešavina prirodne i veštačke gume;
- **karkasa** – noseća struktura pneumatika – sačinjena od niti od veštačkih materijala (najlona, rajona, poliestera ili aramida), postavljenih u radijаланom pravcu;
- **pojas** – ojačanje ispod gazeće površine koje ukružuje gazeći sloj i umanjuje njegove deformacije – čine ga više slojeva dijagonalno i tangencijalno postavljenih niti od čelika i/ili veštačkih materijala;
- **jezgro stope** - čelično ojačanje na mestu stope pneumatika.



Na gazećem sloju pneumatika (tzv. protektoru) postoje šare, tj. mreža podužnih i poprečnih kanala, čiji je zadatak da omoguće odvođenje vode, snega ili blata sa mesta kontakta pneumatika sa podlogom.

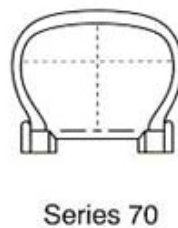
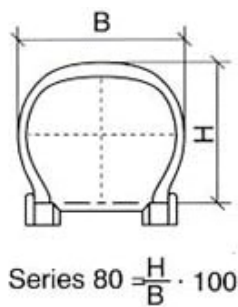
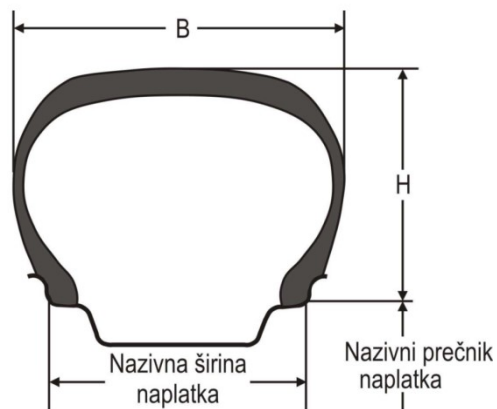
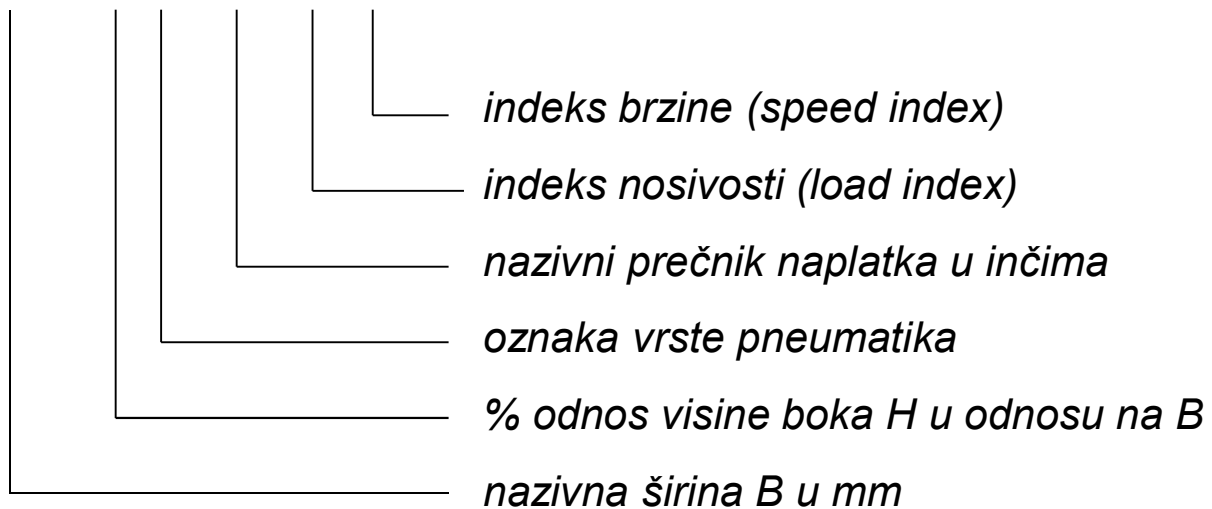
Minimalna dubina tih kanala po obimu i širini protektora je pripisana zakonom i ne sme iznositi manje od 1,6 mm za putnička vozila, odnosno 2 mm za autobuse i teretna vozila.





D = Spoljašnji prečnik
 r = Statički radijus
 f = Defleksija pod opterećenjem

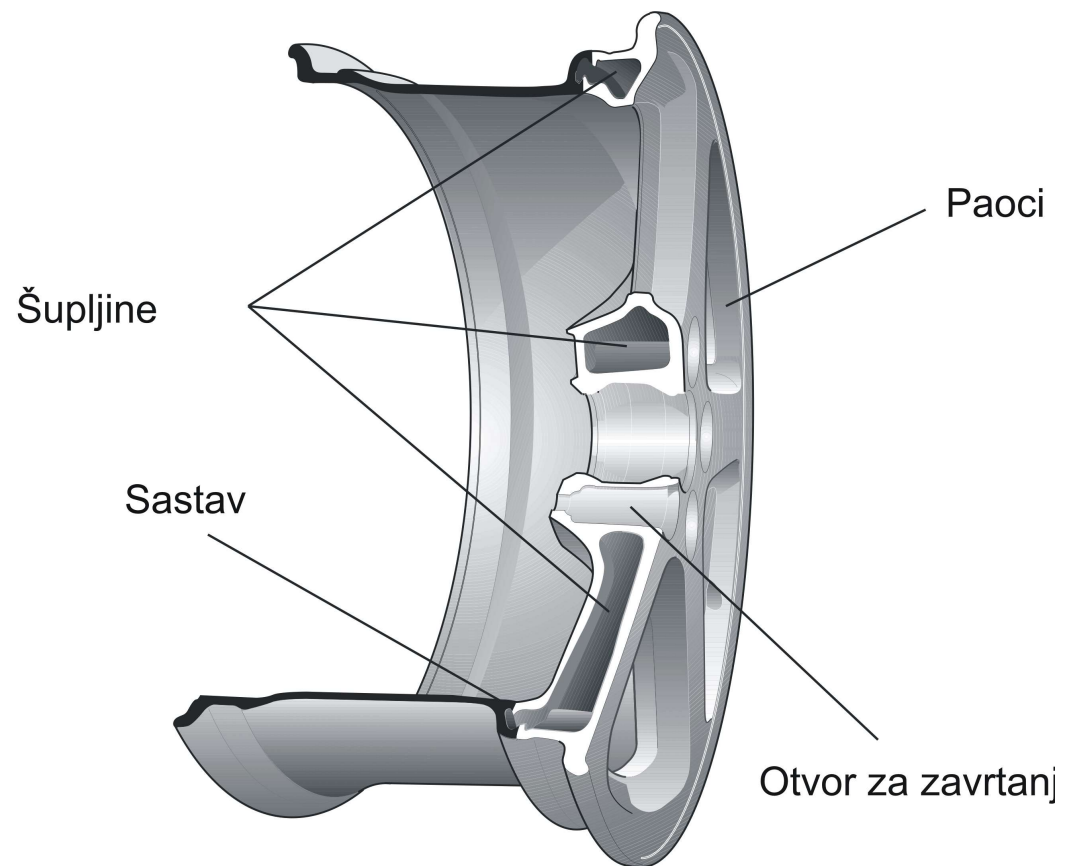
Oznaka pneumatika
 205/55 R 16 98 H

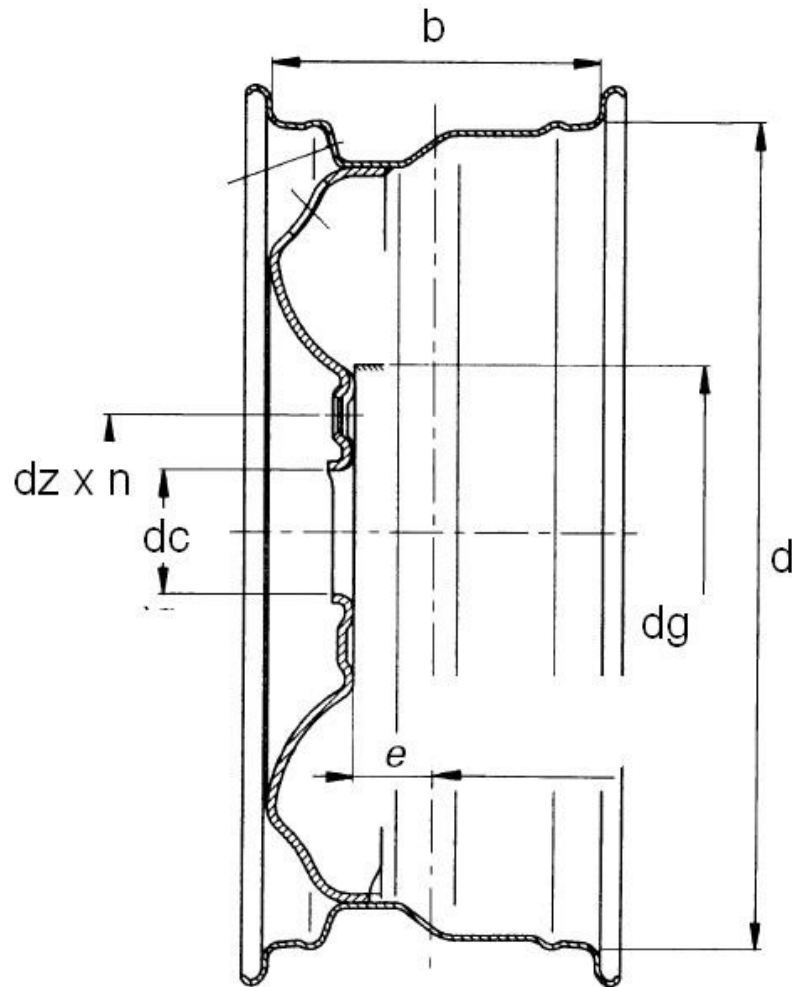


Speed Symbol	L	M	N	P	Q	R	S	T	U	H	V	W	Y
Maksimalna brzina (km/h)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	240	270	300

Load Index	kg	Load Index	kg	Load Index	kg	Load Index	kg	Load Index	kg
65	290	74	375	83	487	92	630	101	825
66	300	75	387	84	500	93	650	102	850
67	307	76	400	85	515	94	670	103	875
68	315	77	412	86	530	95	690	104	900
69	325	78	425	87	545	96	710	105	925
70	335	79	437	88	560	97	730	106	950
71	345	80	450	89	580	98	750	107	975
72	355	81	462	90	600	99	775	108	1000
73	365	82	475	91	615	100	800	109	1030

Naplatak





d - nazivni prečnik naplatka,
 b - širina naplatka,
 dz - prečnik na kojem je raspoređeno
 n otvora za zavrtnje,
 e - dubina naplatka (offset),
 dc - prečnik srednjeg otvora,
 dg - prečnik glavčine.

Primer označavanja naplatka:

5J x 13 H2

5 - širina b u inčima

J - oznaka visine roga - ivice obruča

x - oznaka za duboki jednodelni
 naplatak

13 - prečnik d u inčima

H2 - opis oblika naplatka (ovde: grbe
 sa obe strane)