

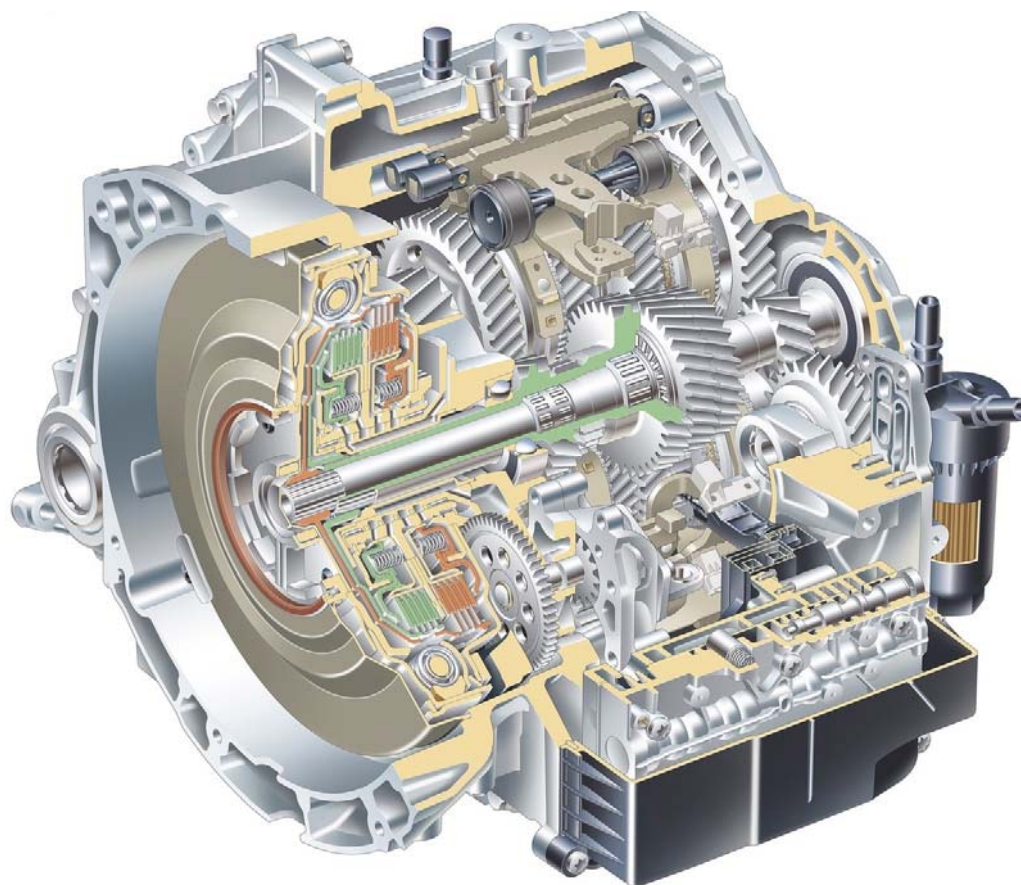
Univerzitet u Beogradu – Mašinski fakultet

Katedra za motorna vozila

SISTEMI VOZILA

Prof. dr Ivan Blagojević

Menjački prenosnici snage - menjači

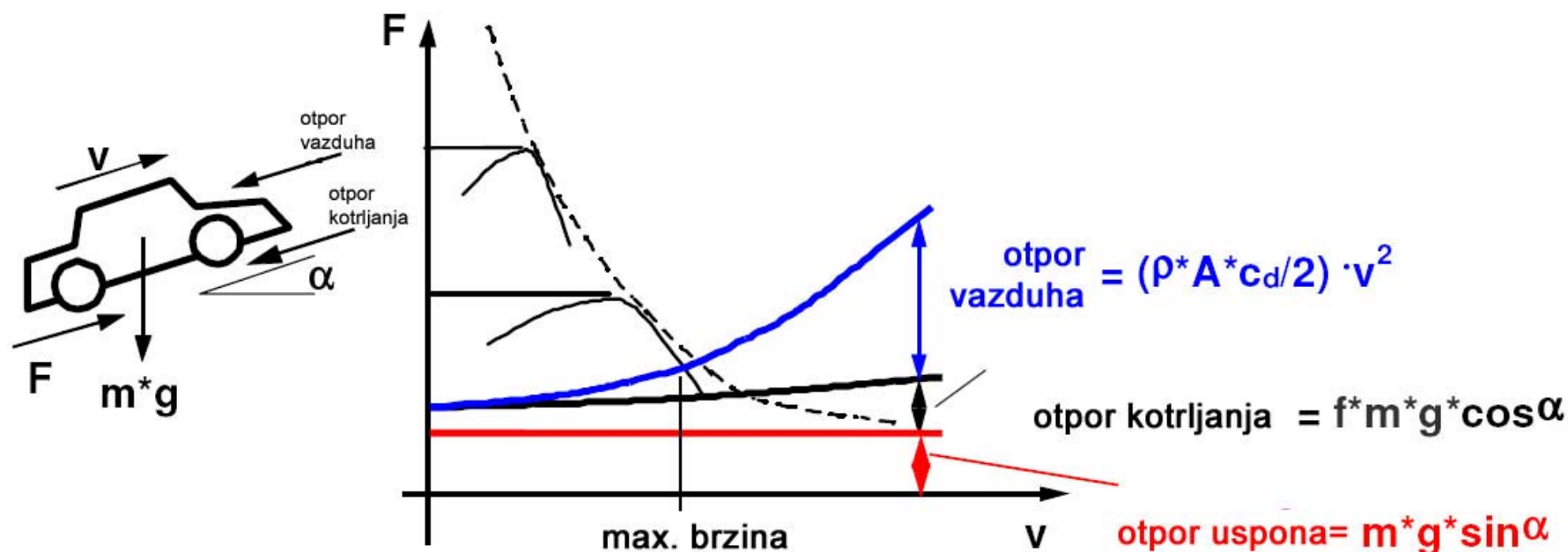


Sadržaj

- Uloga menjača i njegova podela
- Manuelni menjači
- Automatizovani manuelni menjači
- Menjači sa dvostrukom spojnicom
- Klasični automatski menjači (sa hidrodinamičkim menjačem/spojnicom);
- Kontinualni menjači;
- Dopunski menjački prenosnici (reduktori);

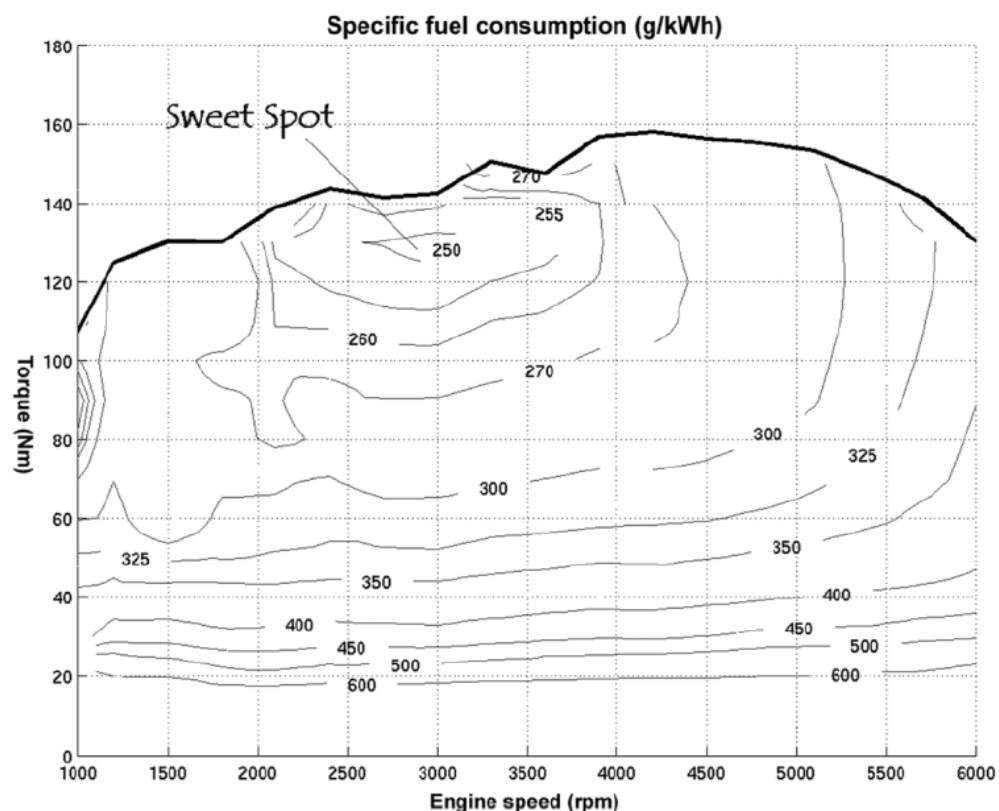
Uloga menjača

Uloga menjačkih prenosnika – menjača je da prilagodi obrtni moment odnosno ugaonu brzinu motora trenutnim uslovima kretanja vozila. Odgovarajući prenosni odnos u menjaču omogućava da se savladaju otpori kojima je vozilo izloženo, a za zahtevanu brzinu i ubrzanje, pri čemu se može postići minimalna specifična potrošnja goriva.

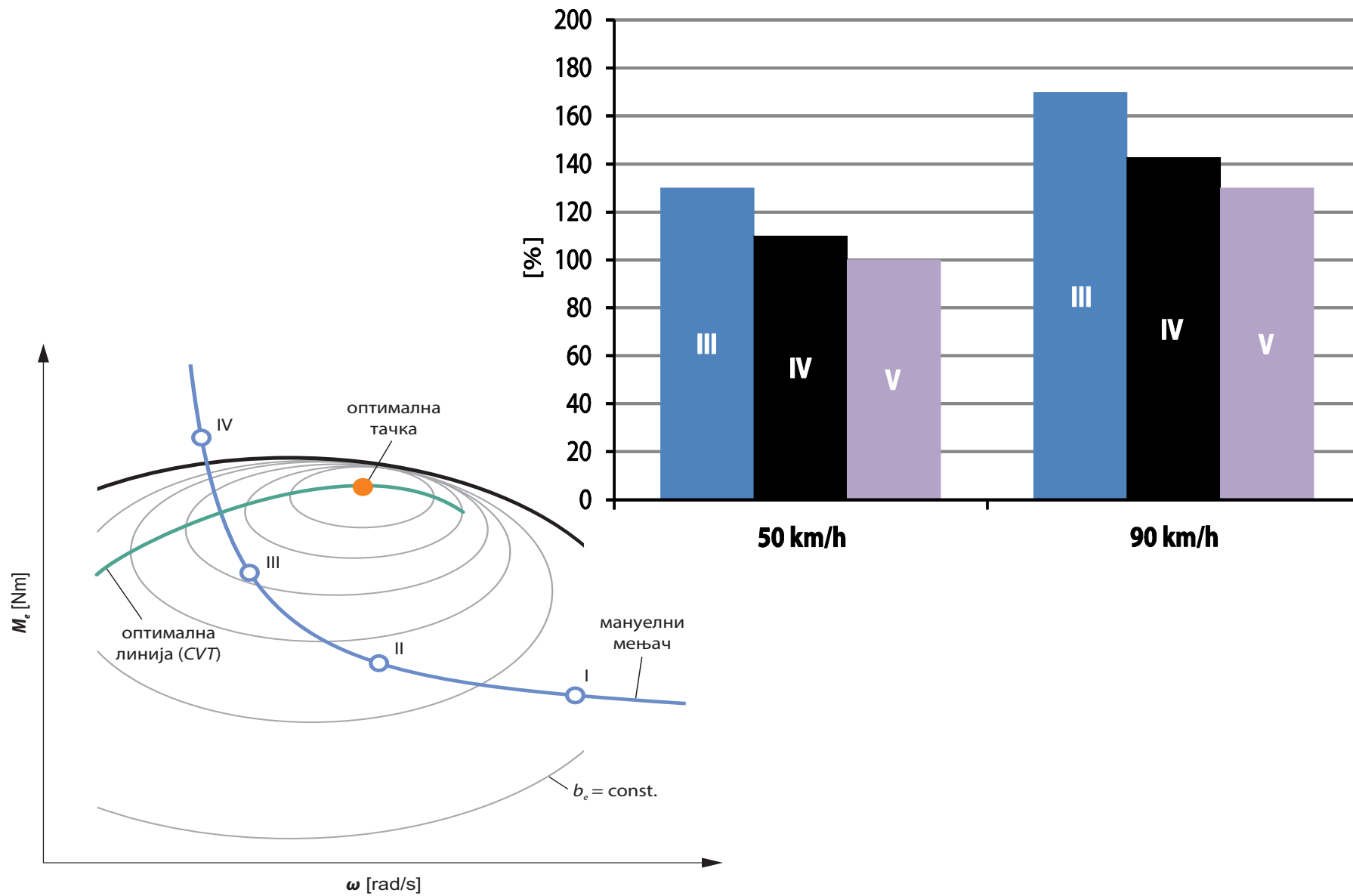


Uloga menjača

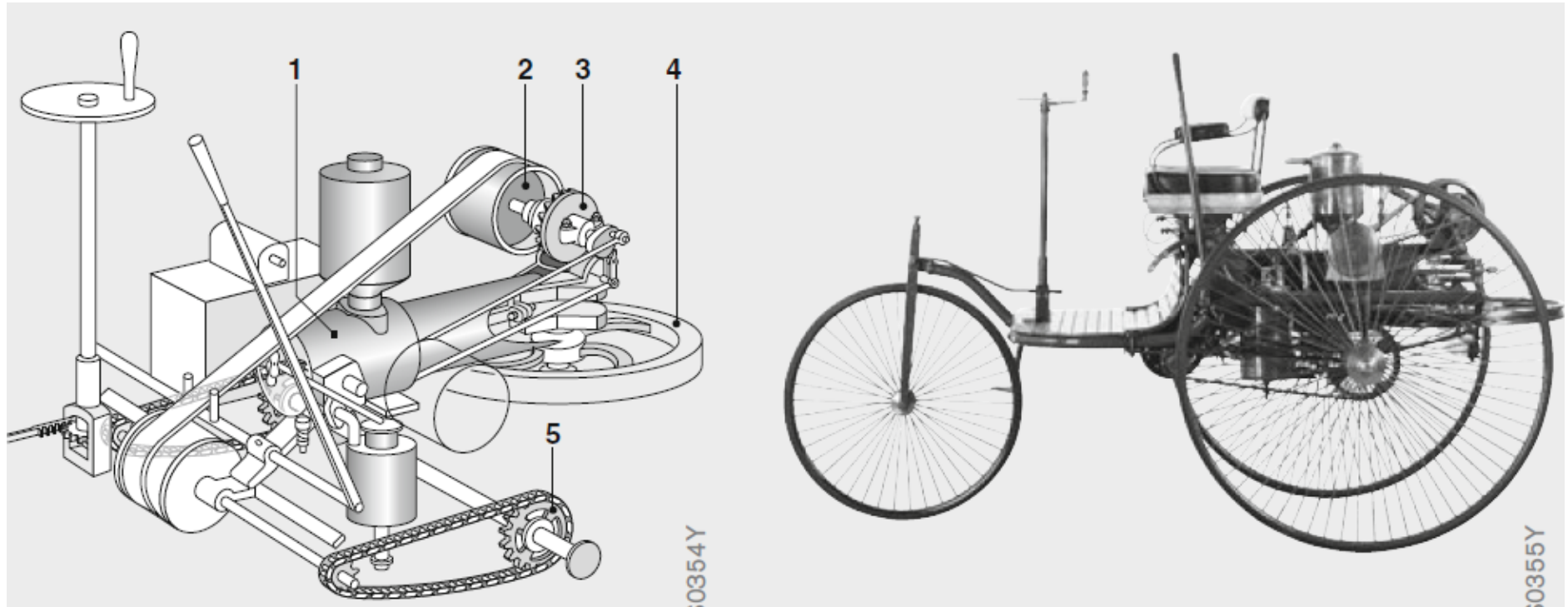
- Specifična potrošnja goriva predstavlja količinu utrošenog goriva da bi se dobila jedinična količina energije (g/kWh). Što je ta količina manja režim rada motora je efikasniji.
- Da bi se sagledala efikasnost motora u različitim radnim režimima potrebno je imati mapu specifične potrošnje goriva (fuel consumption map ili školjkasti dijagram).



Uloga menjača

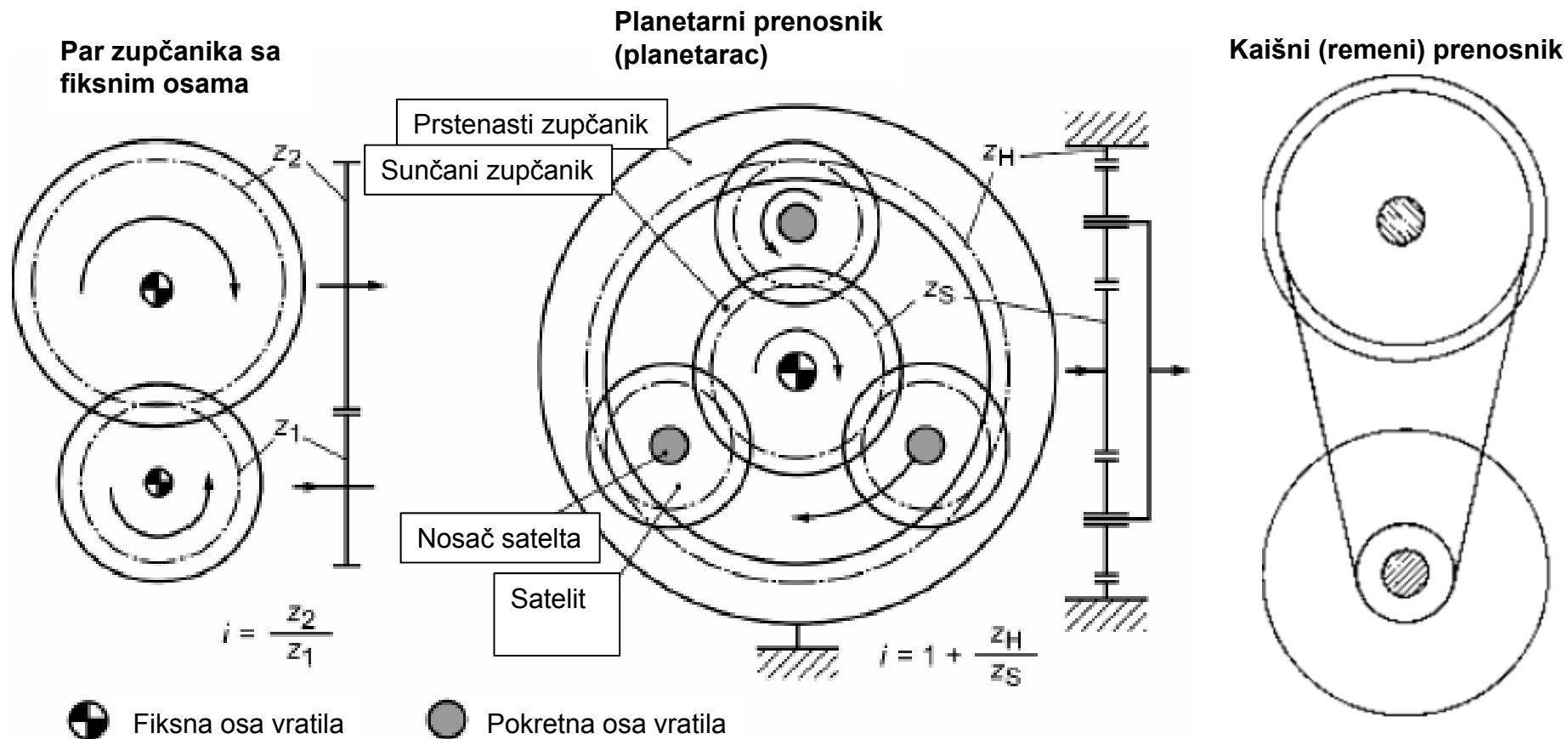


Kako se može prenositi / menjati obrtni moment /
ugaona brzina



Patent (Karl Benz) iz 1886. godine: 1. motor; 2. kaišni (remeni) prenos;
3. konusno-tanjirasti par zupčanika; 4. kolenasto vratilo sa zamajcem;
5. lančanik.

Kako se može prenositi / menjati obrtni moment /
ugaona brzina



Podela menjača

- manuelni menjači (manual transmissions - MT): prekid toka snage i promenu stepena prenosa vrši vozač;
- automatizovani manuelni menjači (automated manual transmissions – AMT): prekid toka snage je automatizovan dok promenu stepena prenosa vrši vozač;
- automatski menjači sa stepenastom promenom prenosnih odnosa koja može biti automatska ili po želji vozača (opciono):
 - sa dvostrukom spojnicom (dual clutch transmissions – DCT, DSG) – neki ih svrstavaju u automatizovane manuelne menjače ili posebnu kategoriju;
 - sa hidrodinamičkim menjačem/spojnicom i planetarnim prenosnicima (automatic transmission - AT) – klasični automatski menjači
- automatski menjači sa kontinualnom promenom prenosnih odnosa (continuously variable transmissions (CVT))

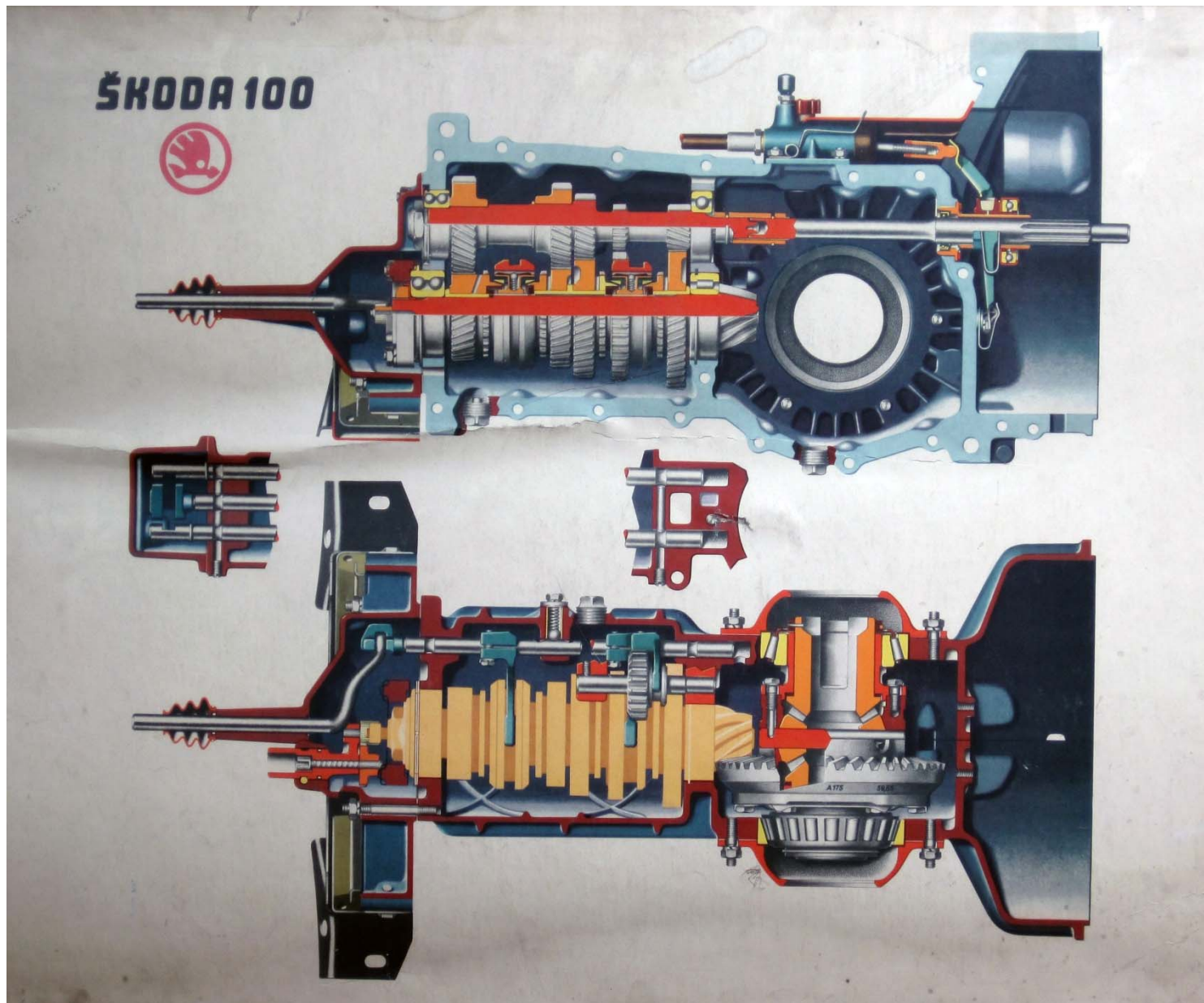
Manuelni menjači

- + jednostavna, laka, kompaktna konstrukcija sa najnižom cenom
- + visoka efikasnost
- + održavanje i popravke su relativno jednostavne i nisu skupe
 - zahteva aktivnost vozača: prekid toka snage putem spojnice i promena stepena prenosa
 - strategija (algoritam) promene zavisi od vozača
 - prekid toka snage

Podela:

- menjači kod kojih je ulaz i izlaz snage na istoj strani kućišta – imaju najčešće dva vratila (ulazno i izlazno), ali postoje i savremene konstrukcije šestostepenih menjača sa tri vratila (jedno ulazno i dva izlazna) čime se smanjuje njegova dužina; koriste se kod koncepcije gde su motor i pogon na istoj strani vozila, a kod poprečno postavljenog motora i za pogon 4x4.
- menjači kod kojih je ulaz i izlaz snage na različitim (suprotnim) stranama kućišta – imaju tri vratila (ulazno, posredno i izlazno) i koriste se kod klasične koncepcije motor napred (uzdužno), pogon nazad (ili 4x4);

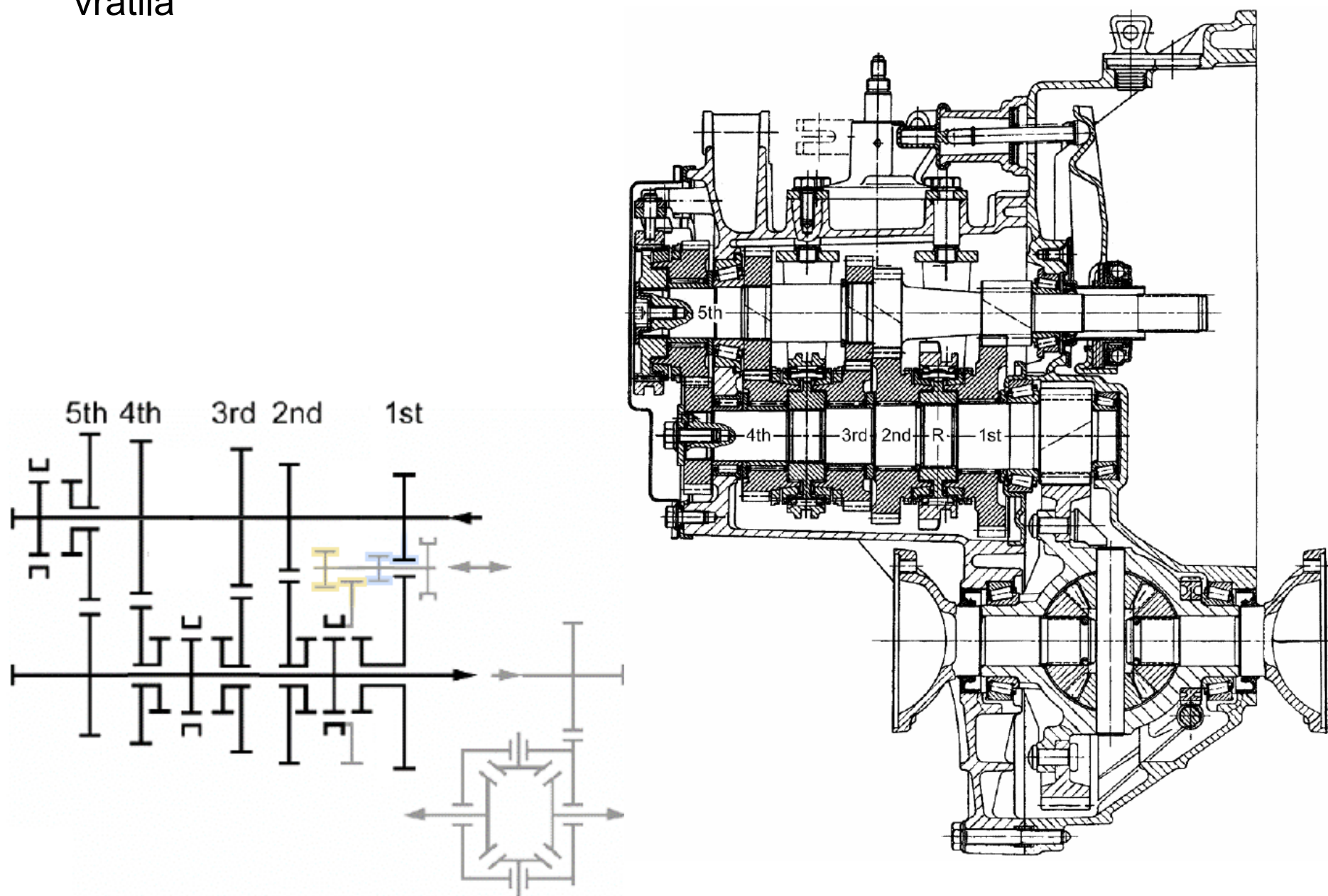
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa iste strane sa dva vratila



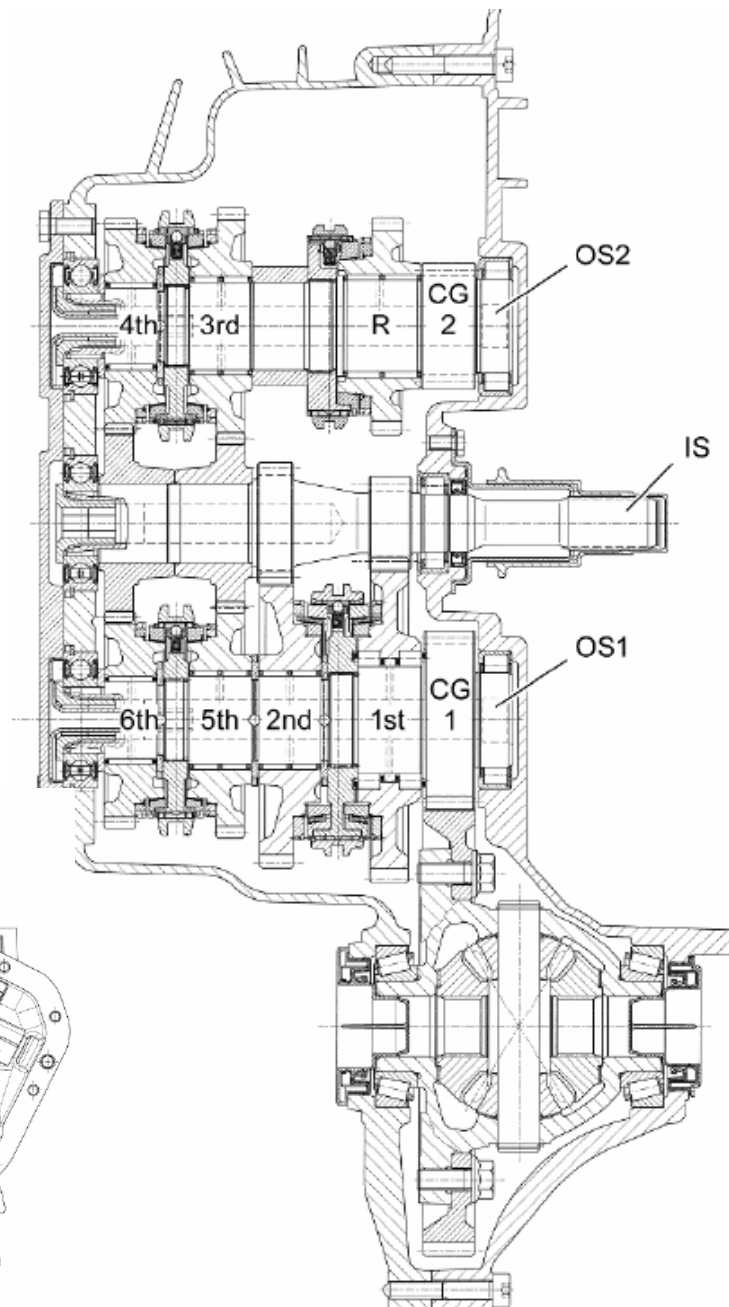
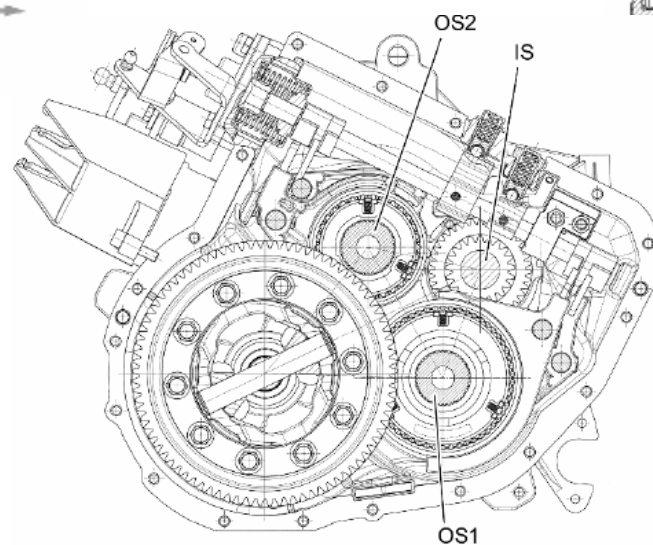
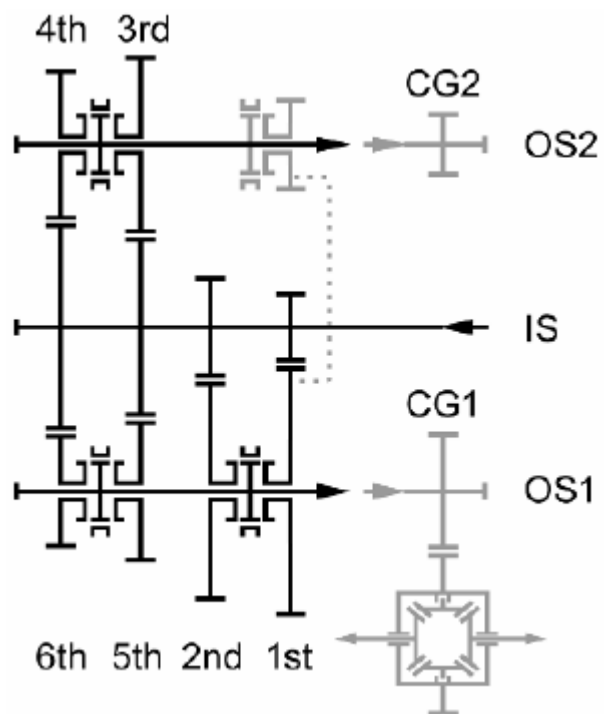
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa iste strane sa dva vratila



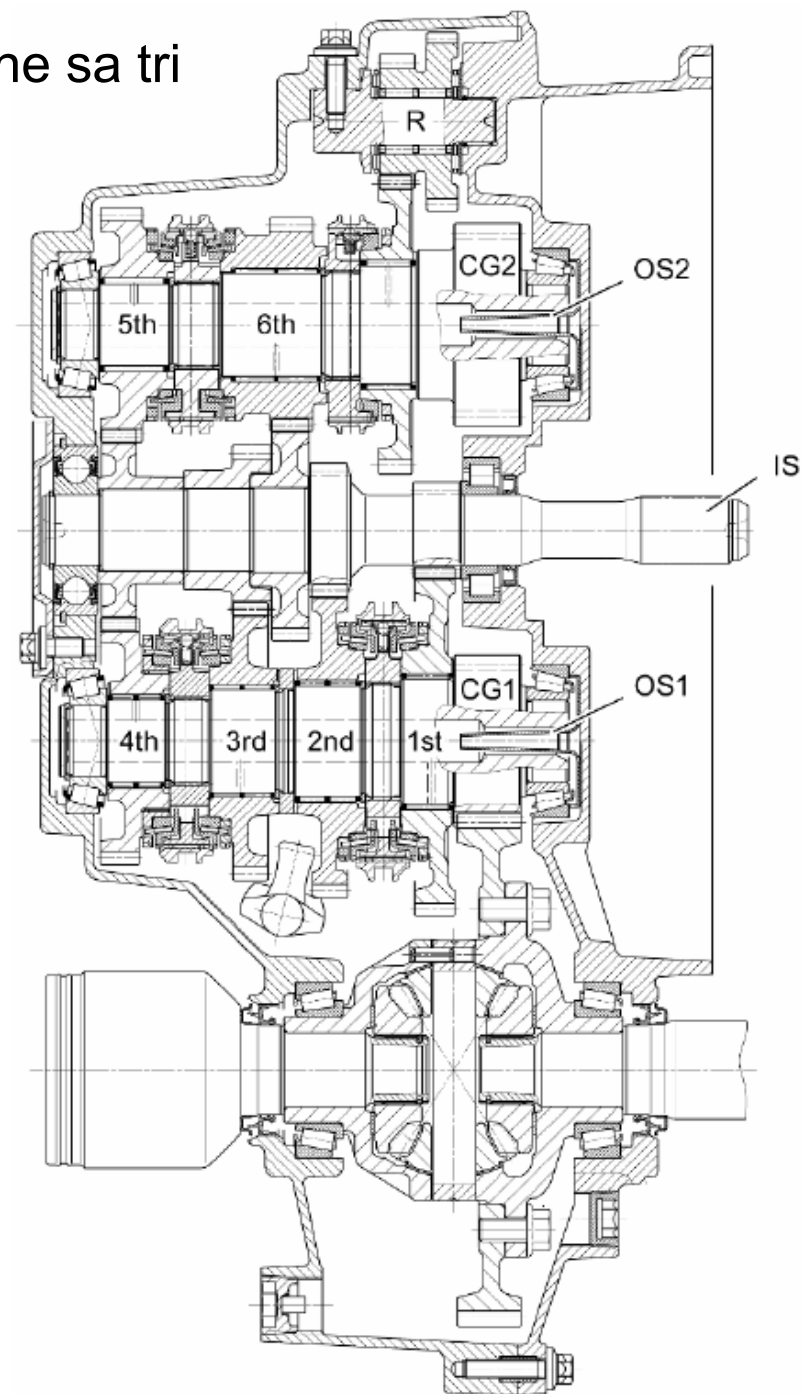
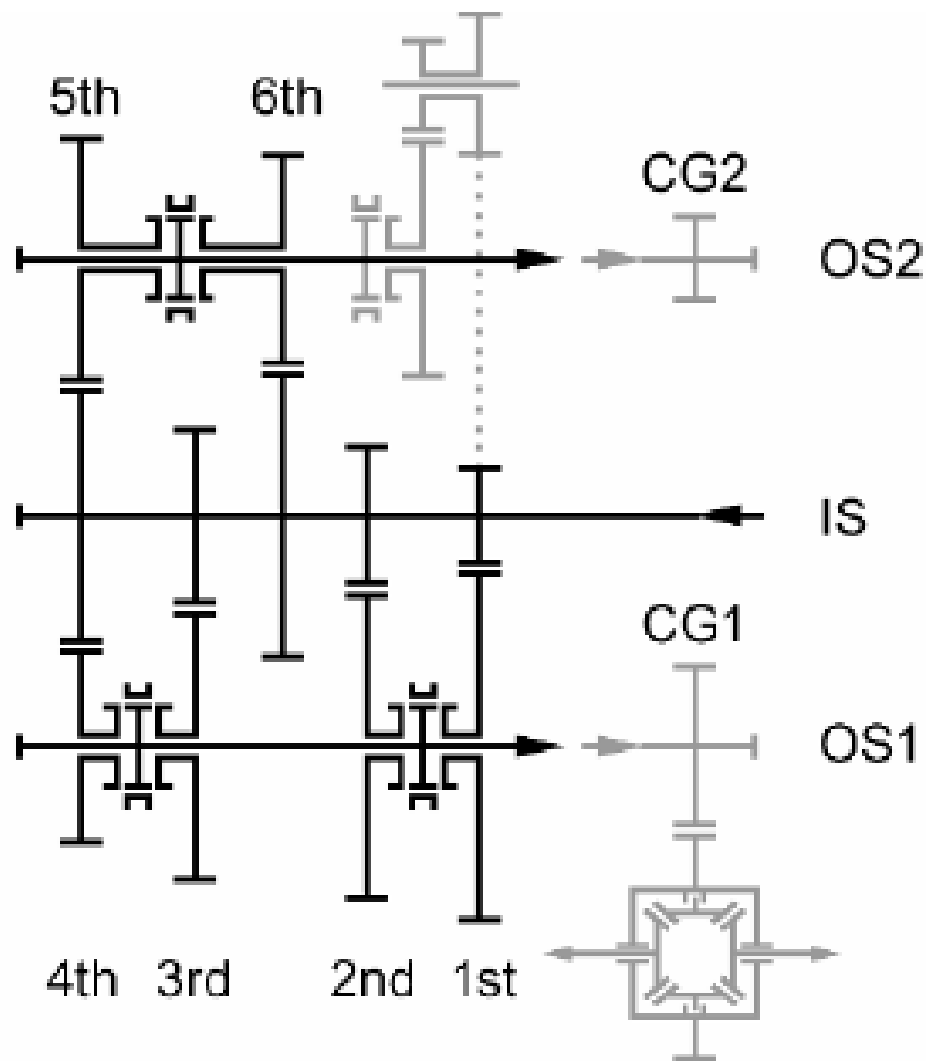
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa iste strane sa dva vratila



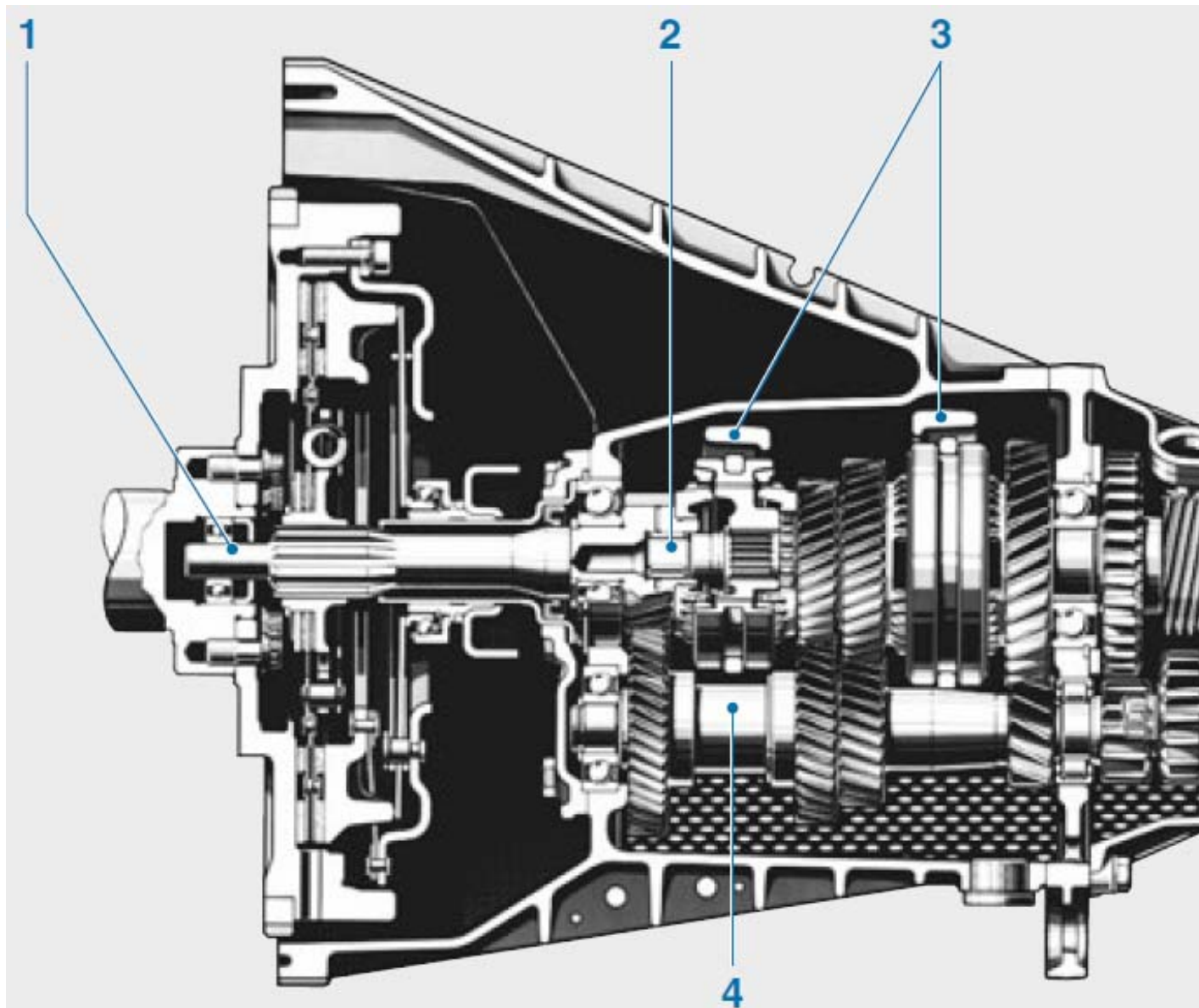
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa iste strane sa tri vratila



Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa iste strane sa tri vratila



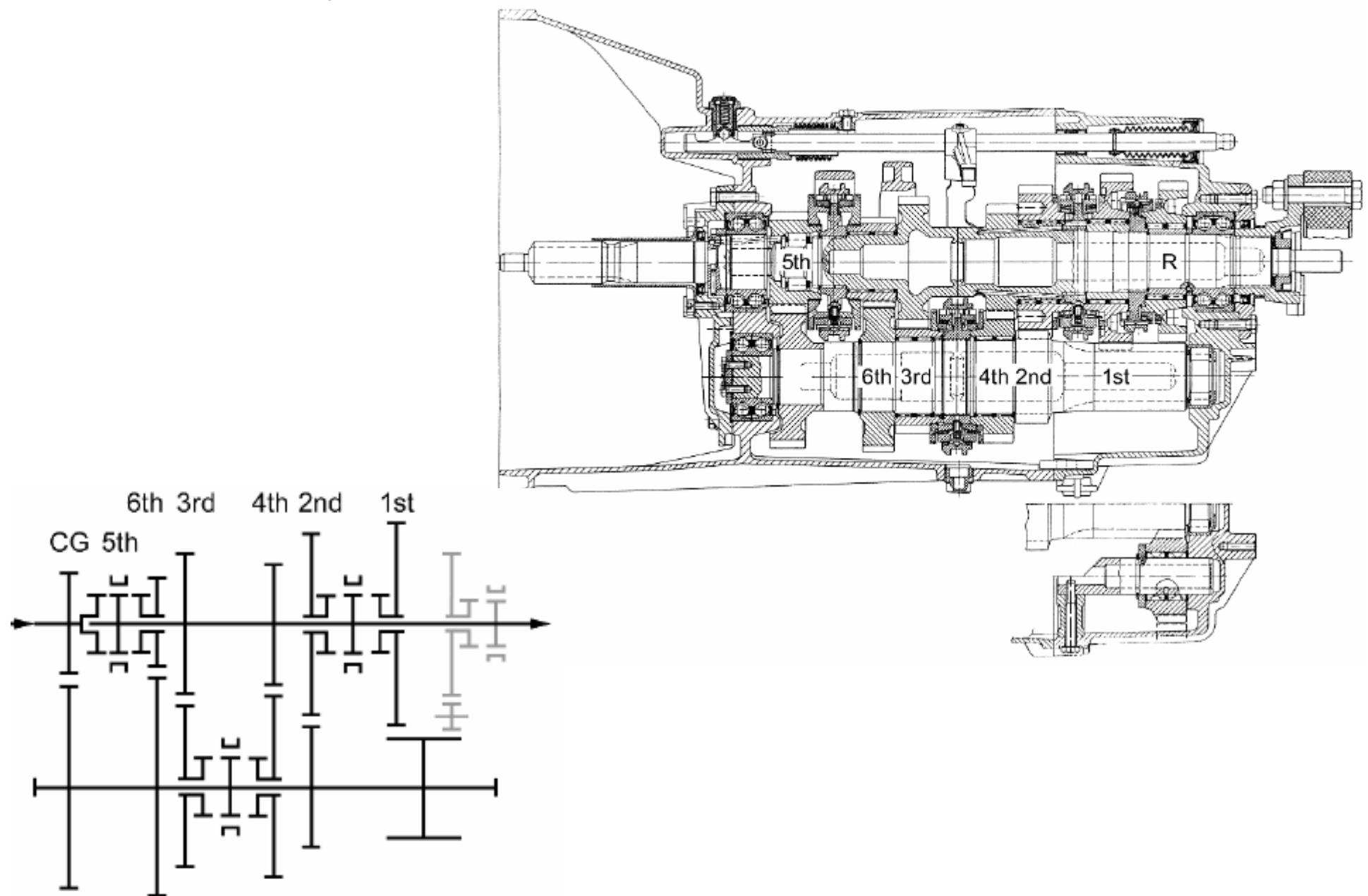
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila



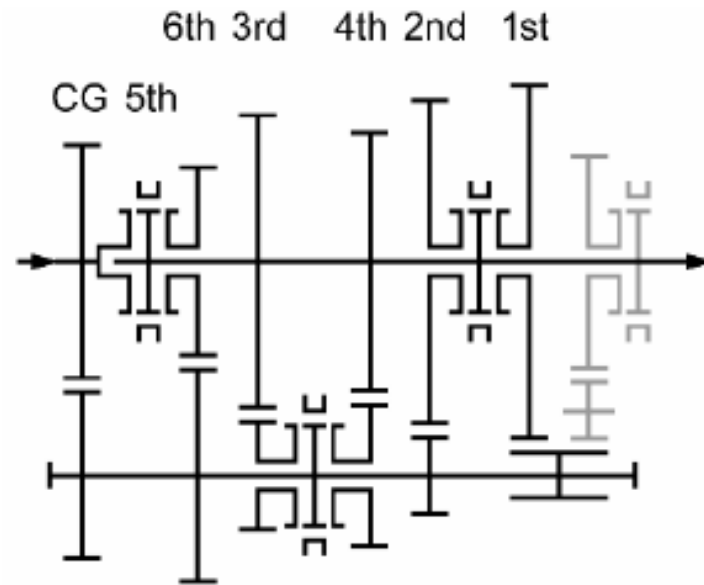
1. ulazno vratilo;
2. izlazno vratilo;
3. sinhro-spojnice;
4. posredno vratilo

ulazno i posredno vratilo povezuje stalno spregnut par zupčanika.

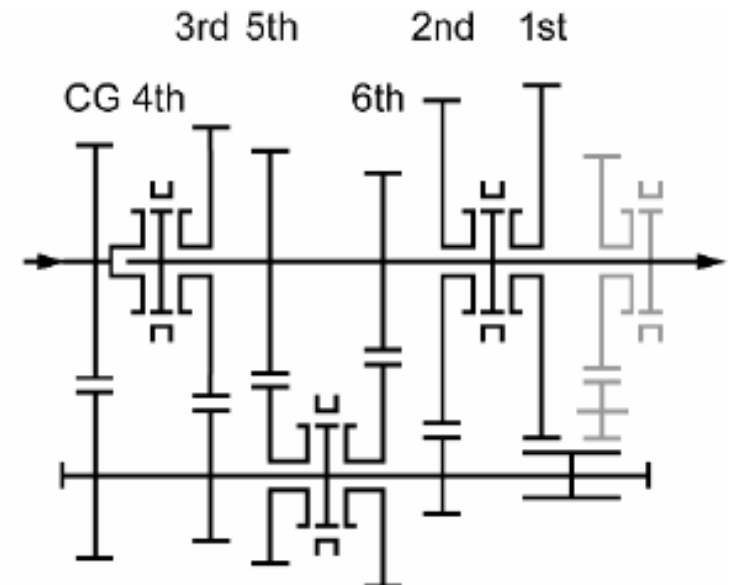
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila



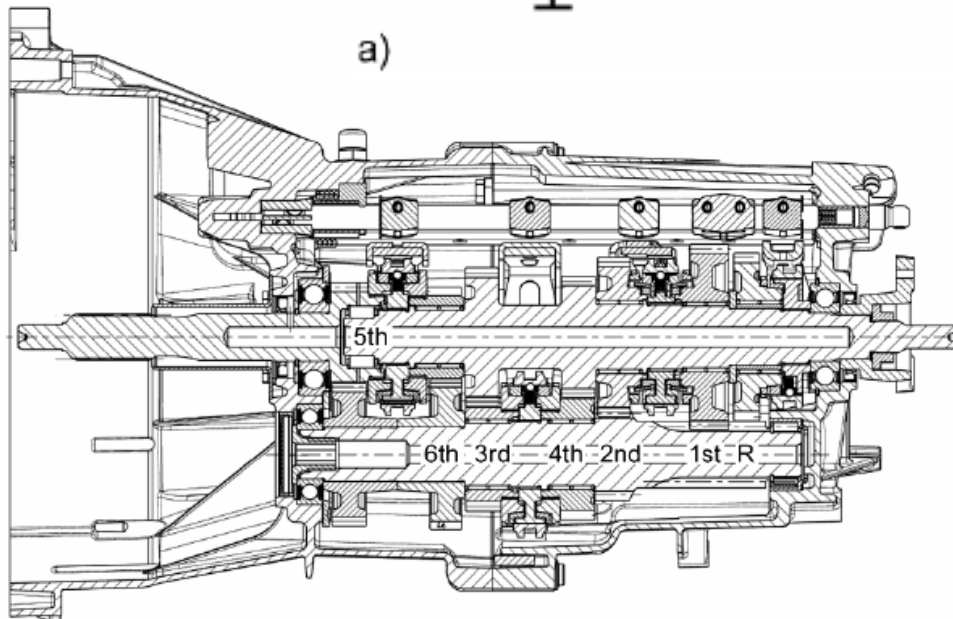
Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila



a)



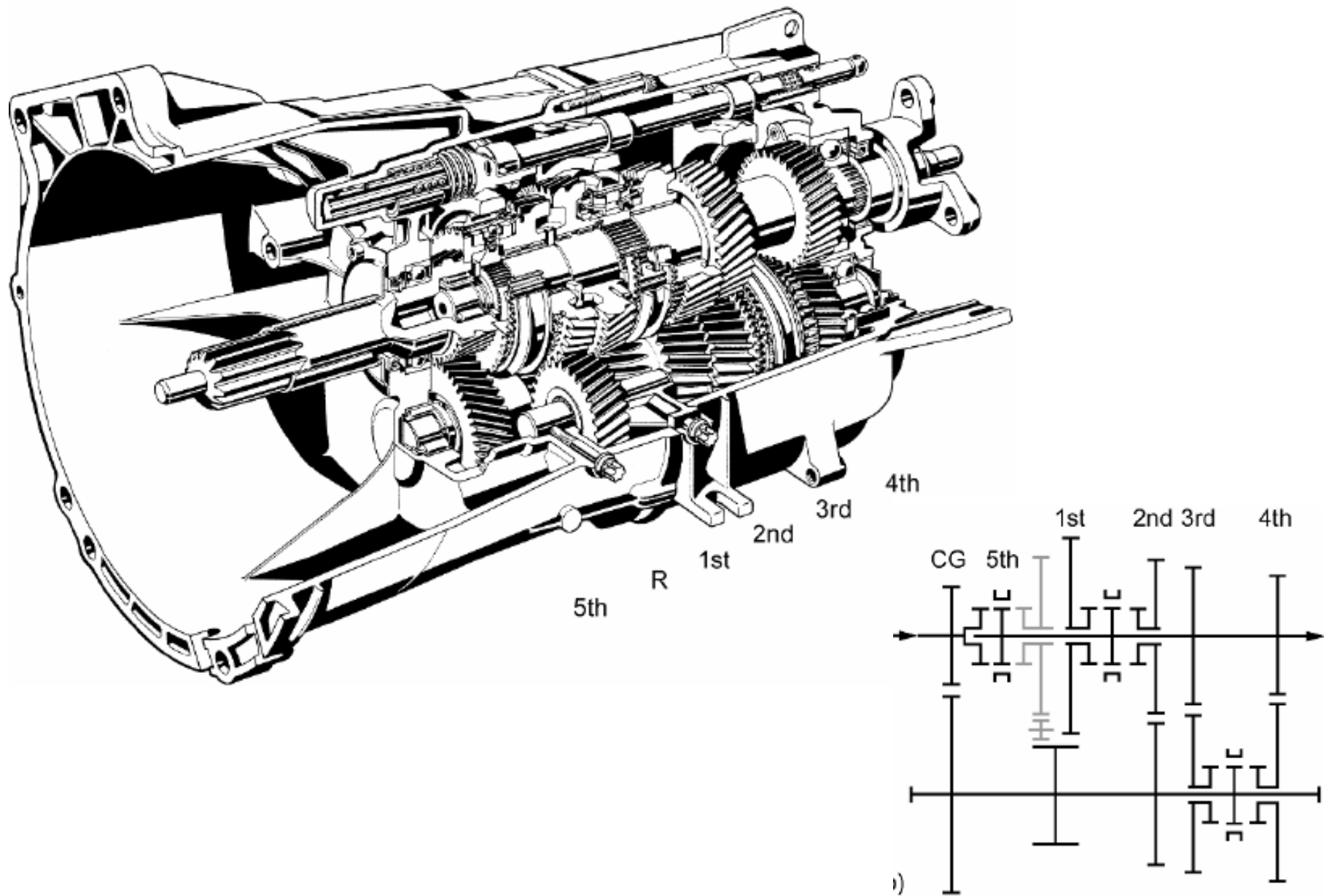
b)



a) 6-stepeni manualni menjač za benzinski motor

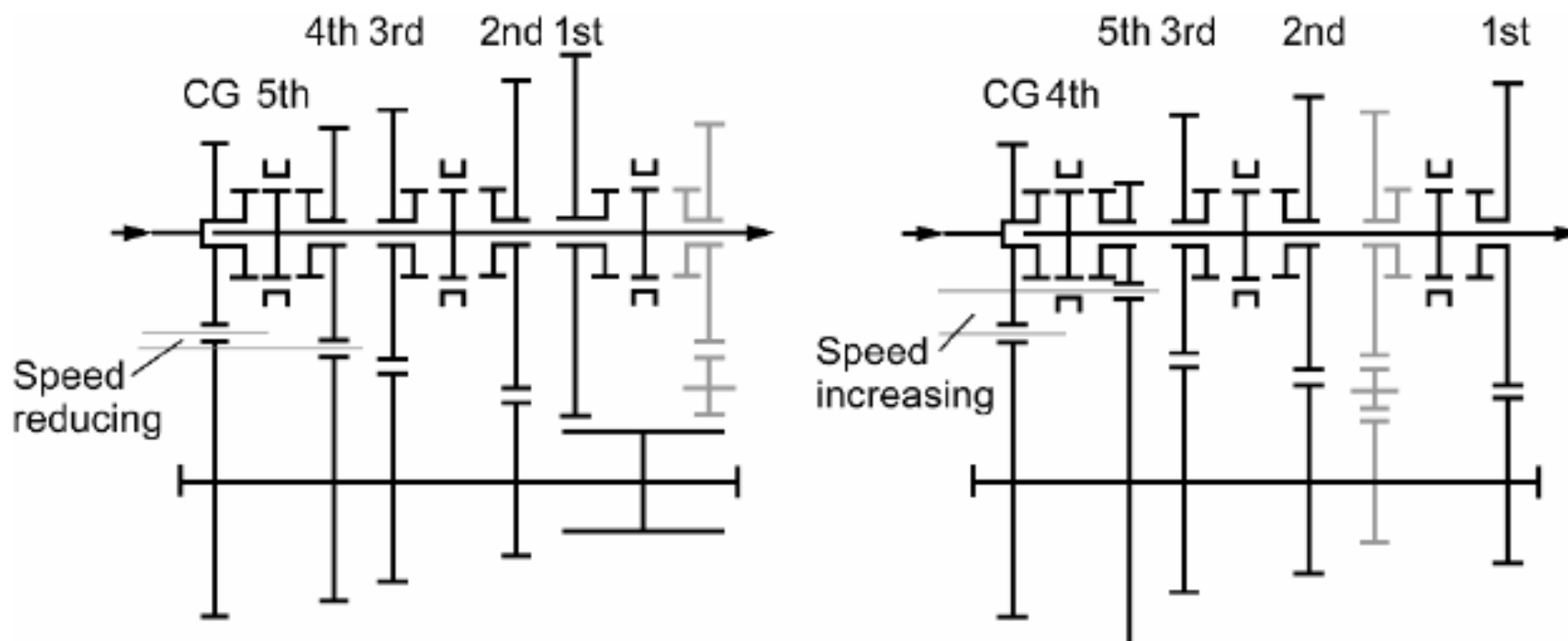
b) 6-stepeni manualni menjač za dizel motor za isti tip vozila kao pod a)

Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila

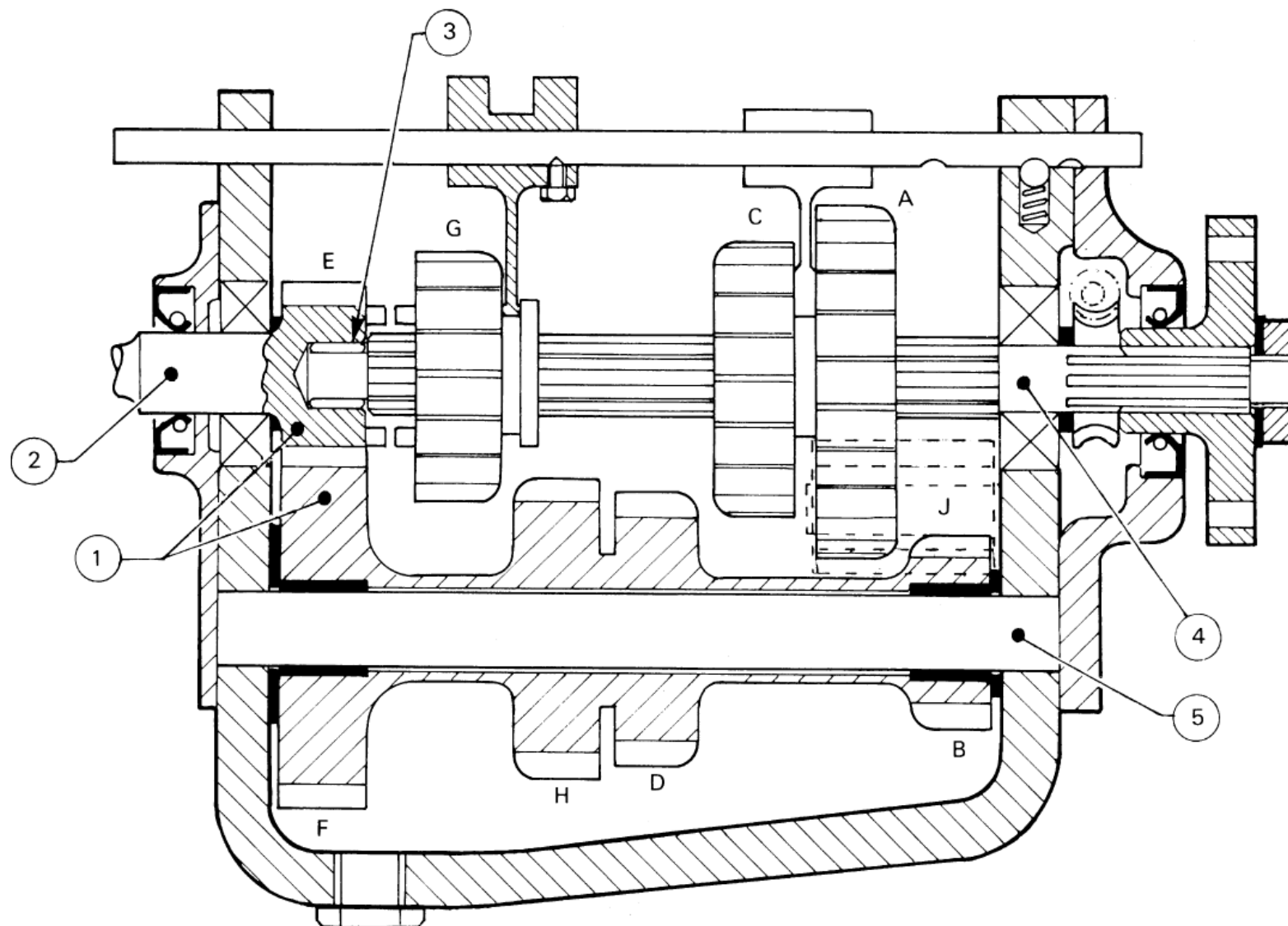


Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila

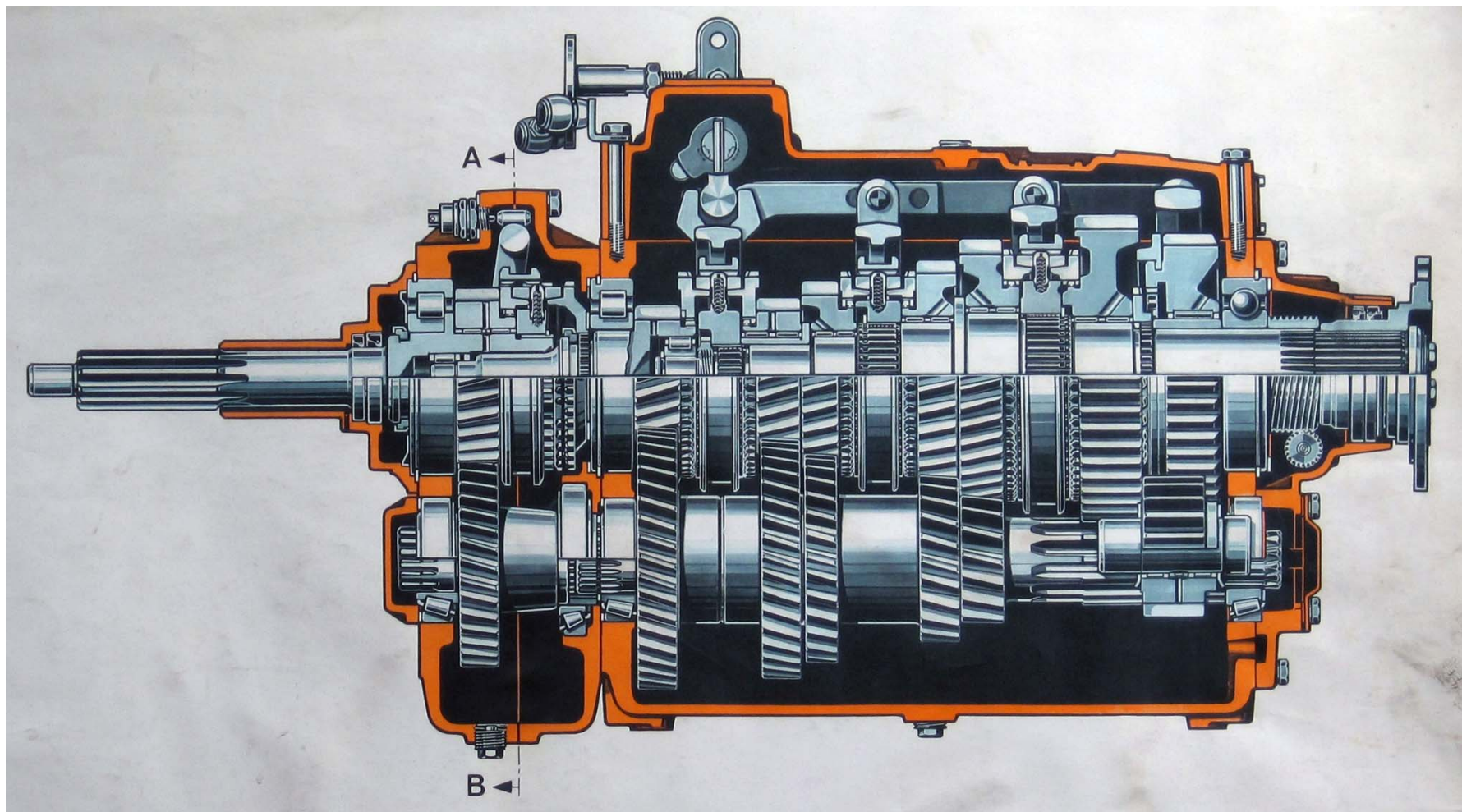
Ukupan prenosni odnos dobija se množenjem prenosnog odnosa u stalnospregnutom paru i spregnutom paru uključenog stepena prenosa. Jedan prenosni odnos je uvek 1 (direktan stepen prenosa). Poslednji stepen prenosa može biti direktan, a ne mora (tada se ulazna ugaona brzina (motora) uvećava - multiplicira).



Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila i pomerljivim zupčanicima (bez sinhro-spojnika)

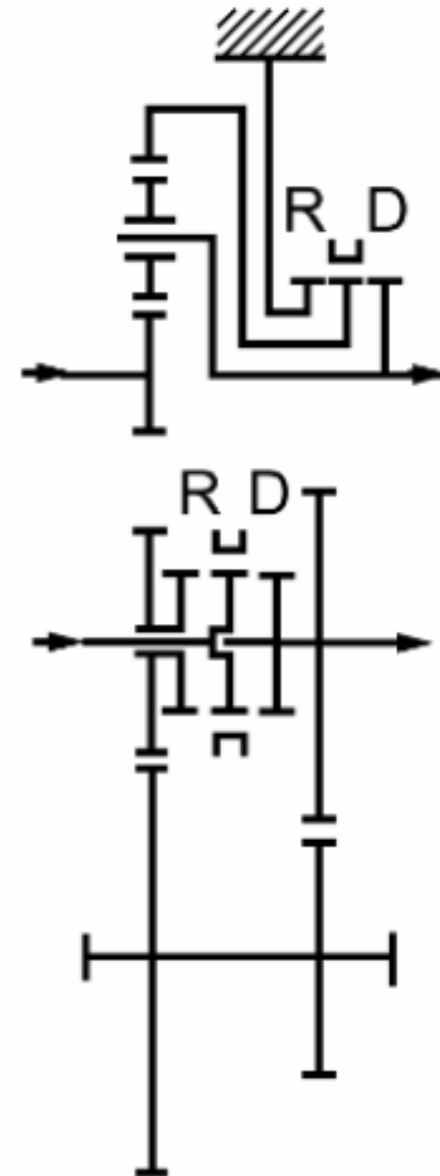
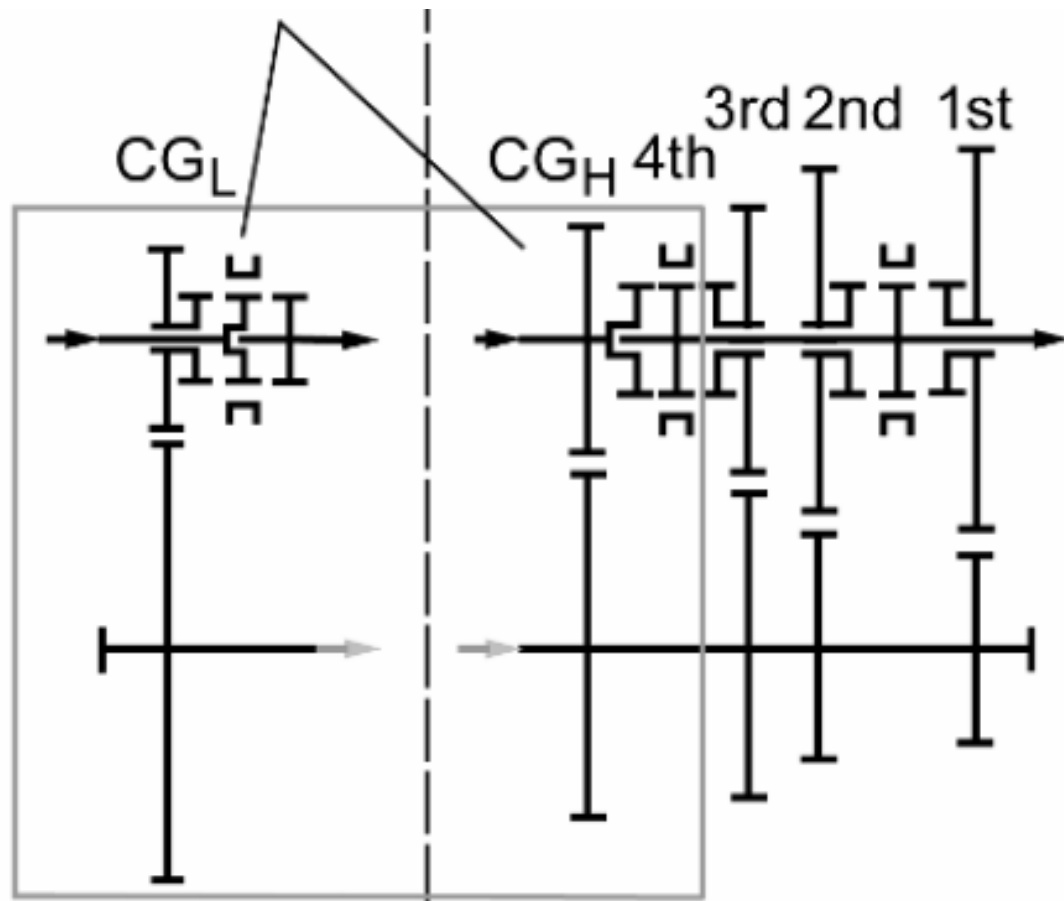


Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila

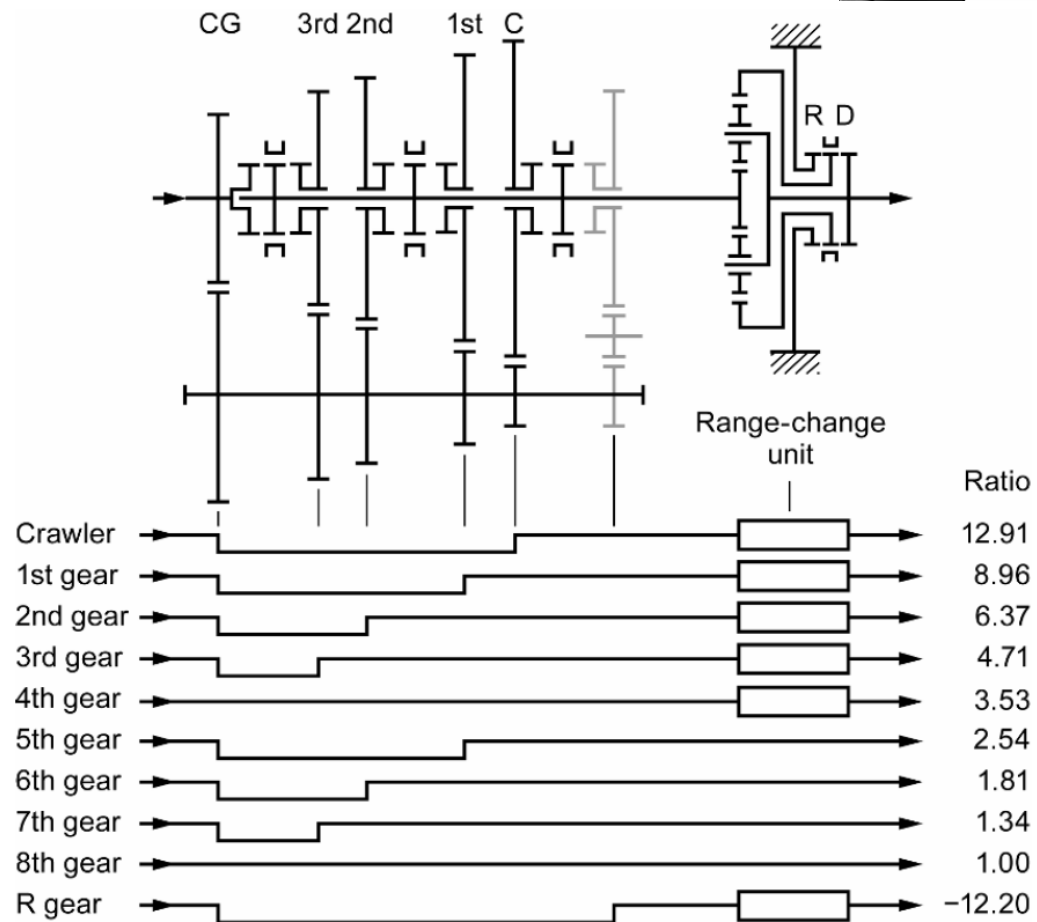
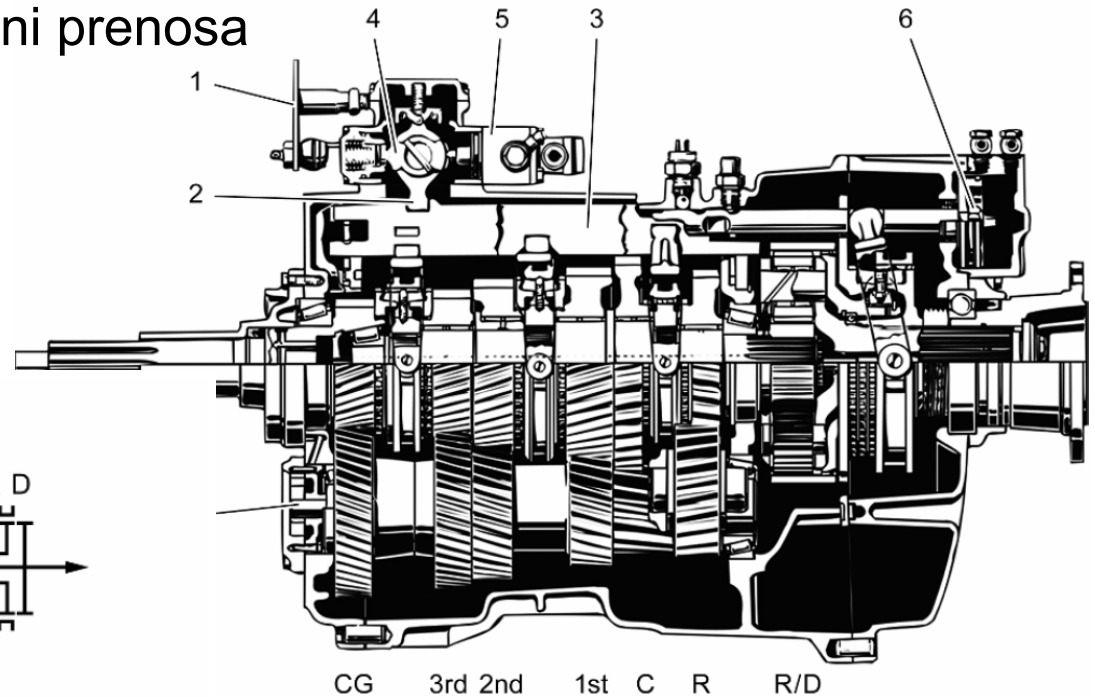


Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila za teretna vozila i veći broj stepeni prenosa

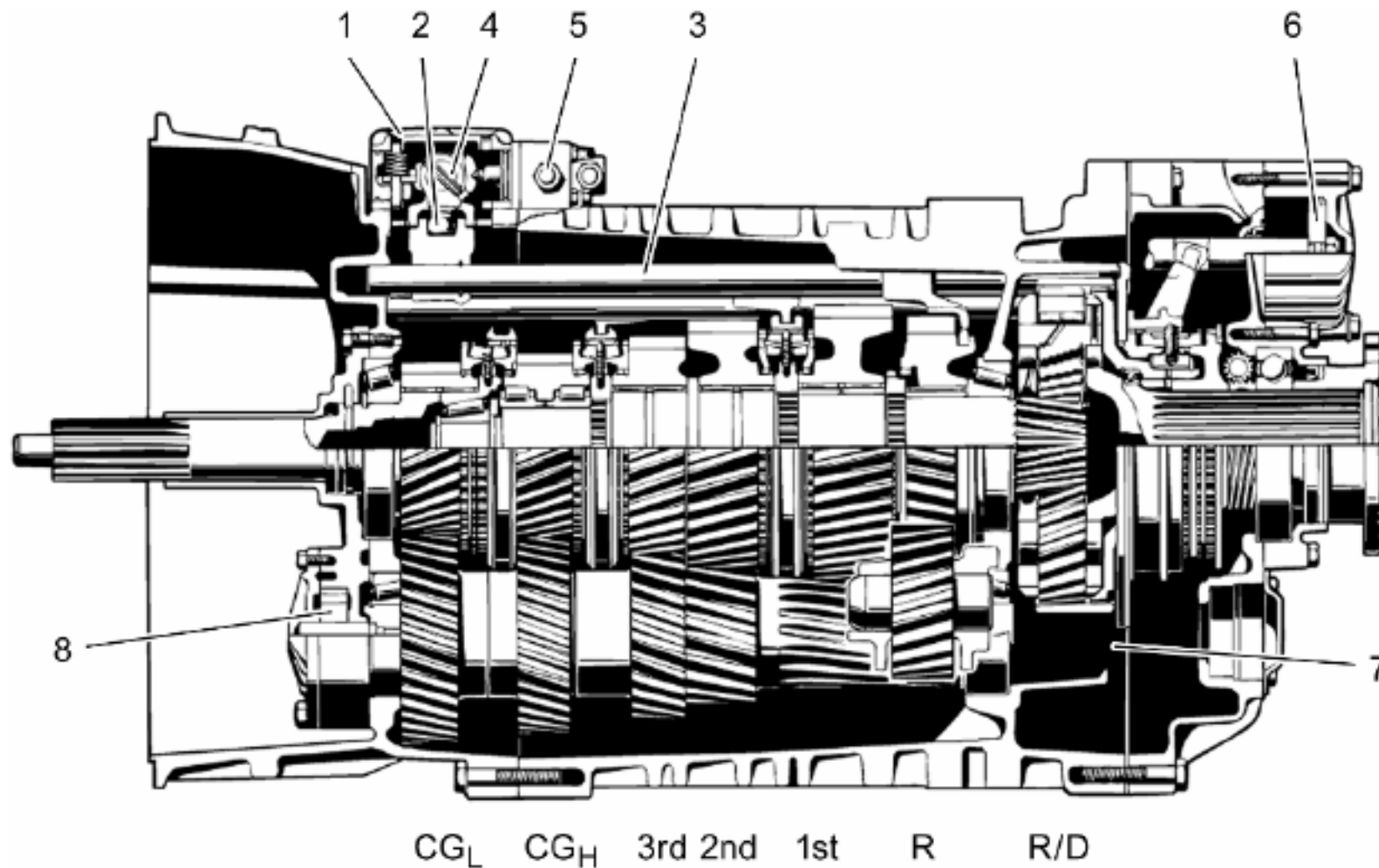
Broj stepeni prenosa može se multiplicirati dopunskim prenosnicima u vidu dodatnog stalno spregnutog para ispred ili iza glavnog menjača ili planetarnim prenosnikom iza glavnog menjača.



Manuelni menjači – ulaz i izlaz sa različitih strana sa tri vratila za teretna vozila i veći broj stepeni prenosa



Manuelni menjači sa tri vratila za teretna vozila i veći broj stepeni prenosa (ulaz i izlaz sa različitih strana)



Koliko?

8

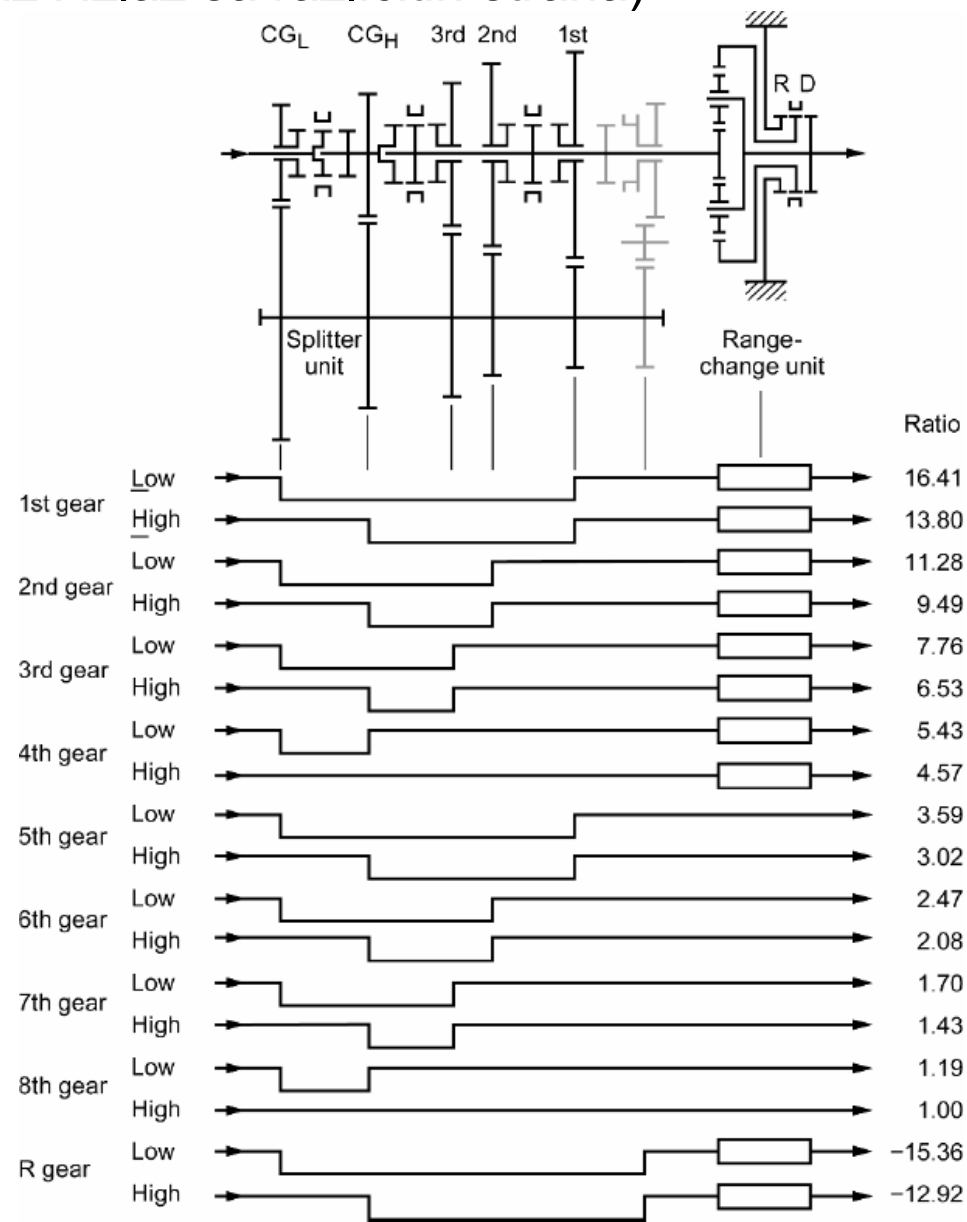
10

12

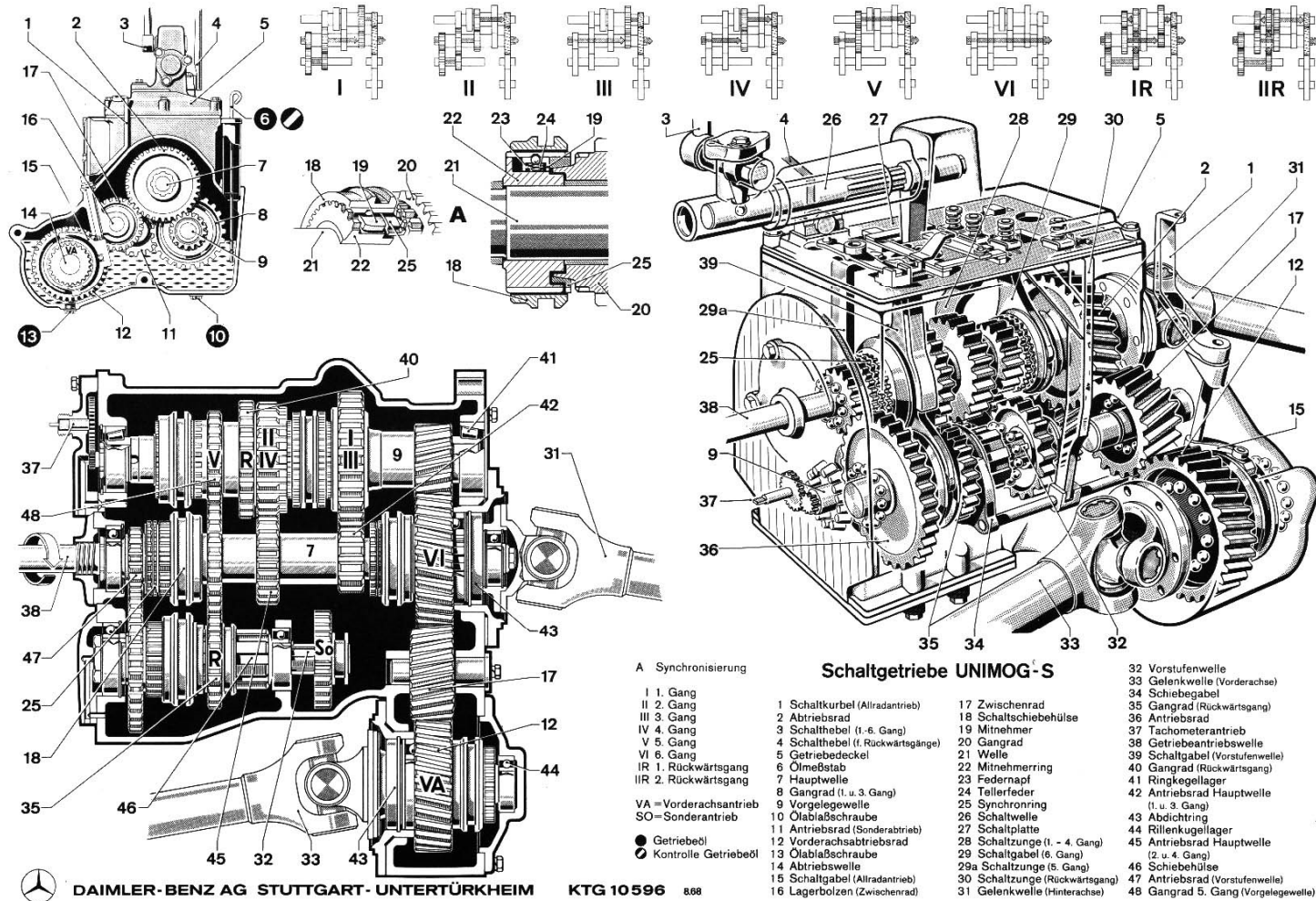
14

16

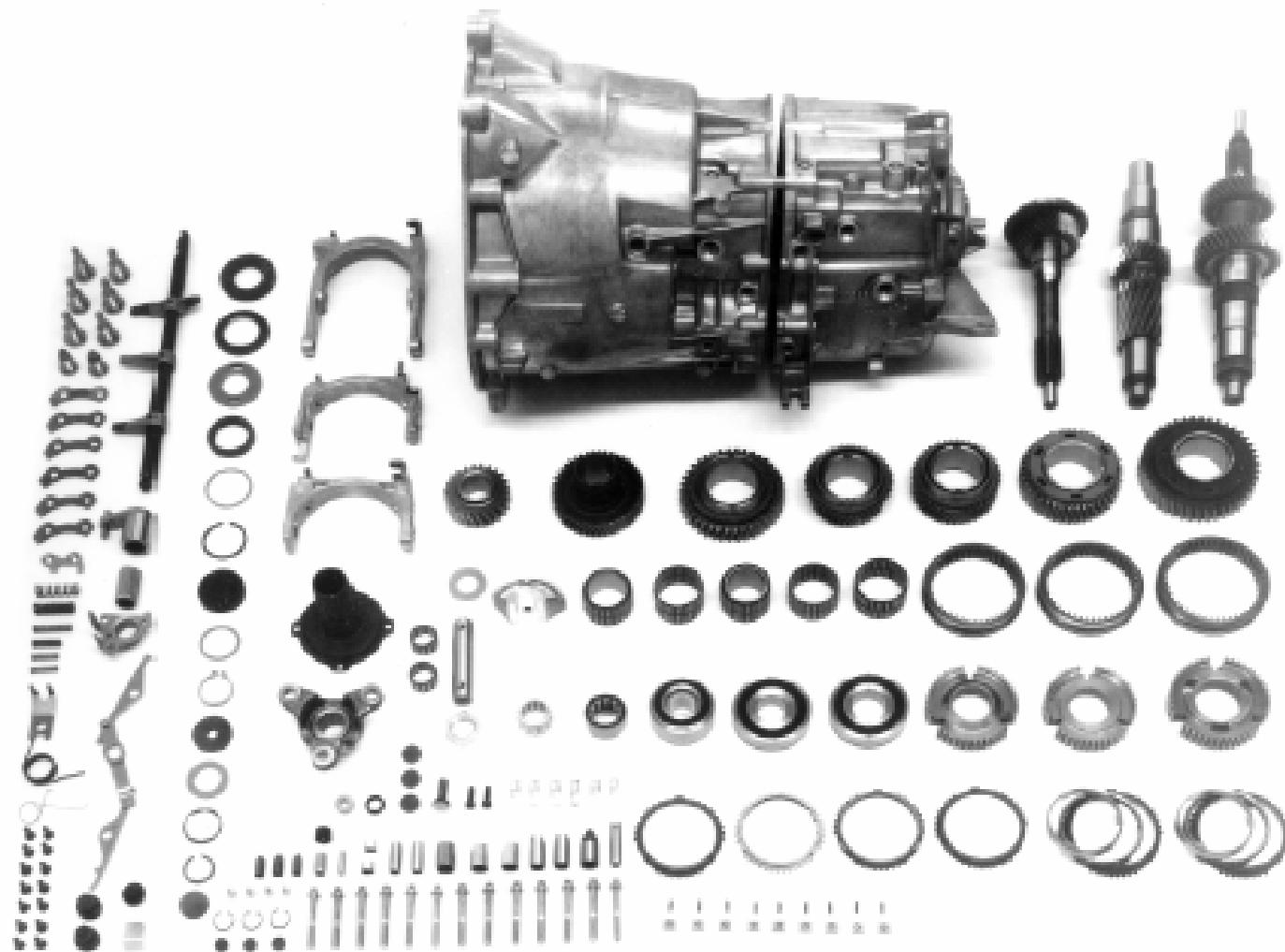
Manuelni menjači sa tri vratila za teretna vozila i veći broj stepeni prenosa (ulaz i izlaz sa različitih strana)



Manuelni menjači sa tri vratila za terenska vozila 4x4 (ulaz i izlaz sa različitih strana)

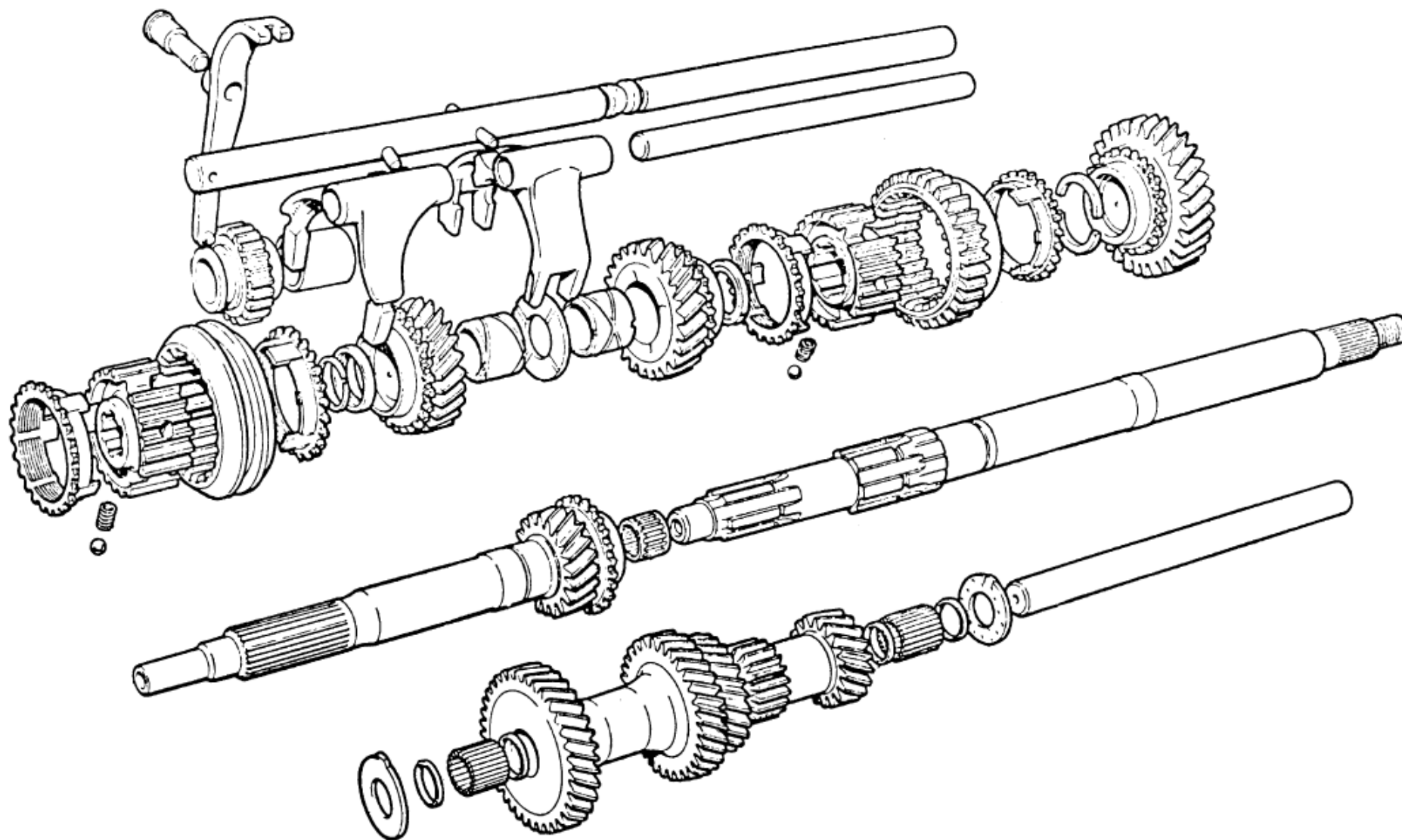


Elementi manualnog menjača

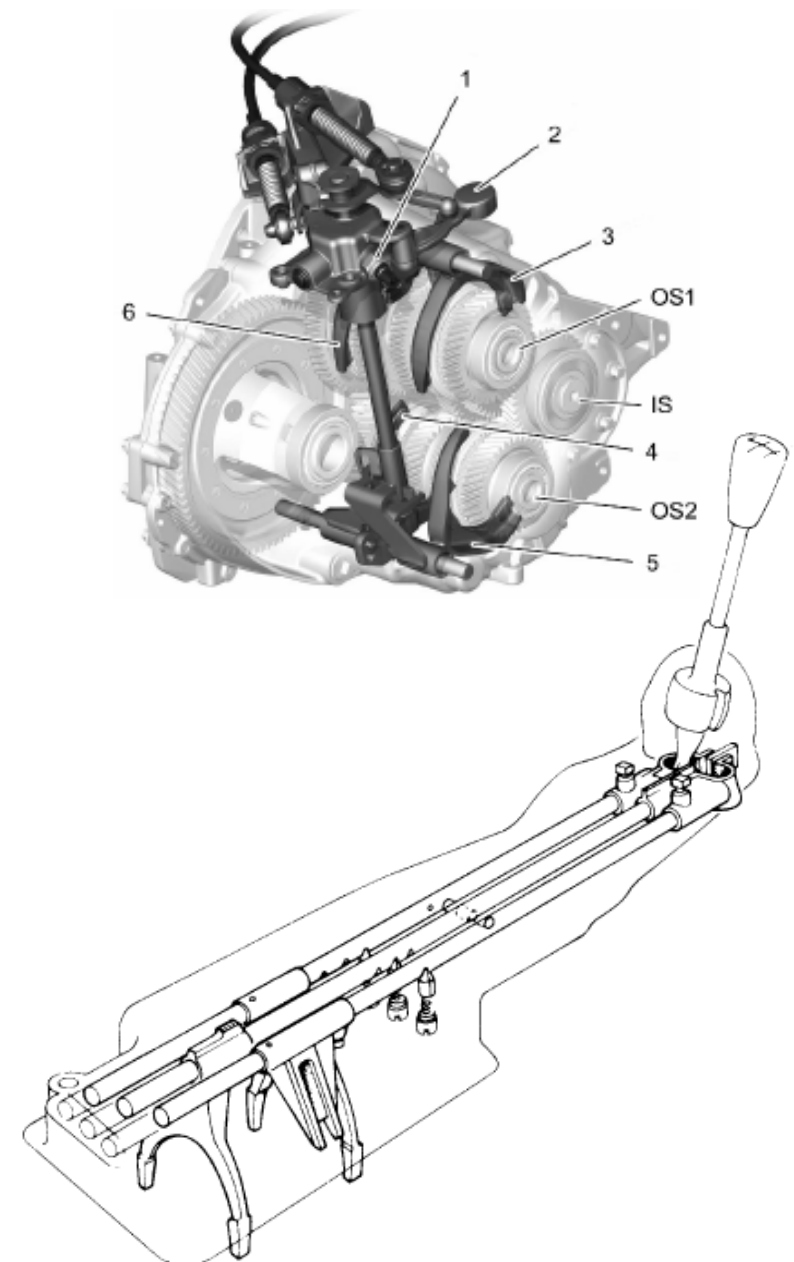
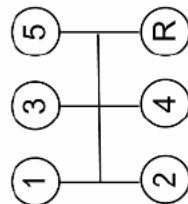
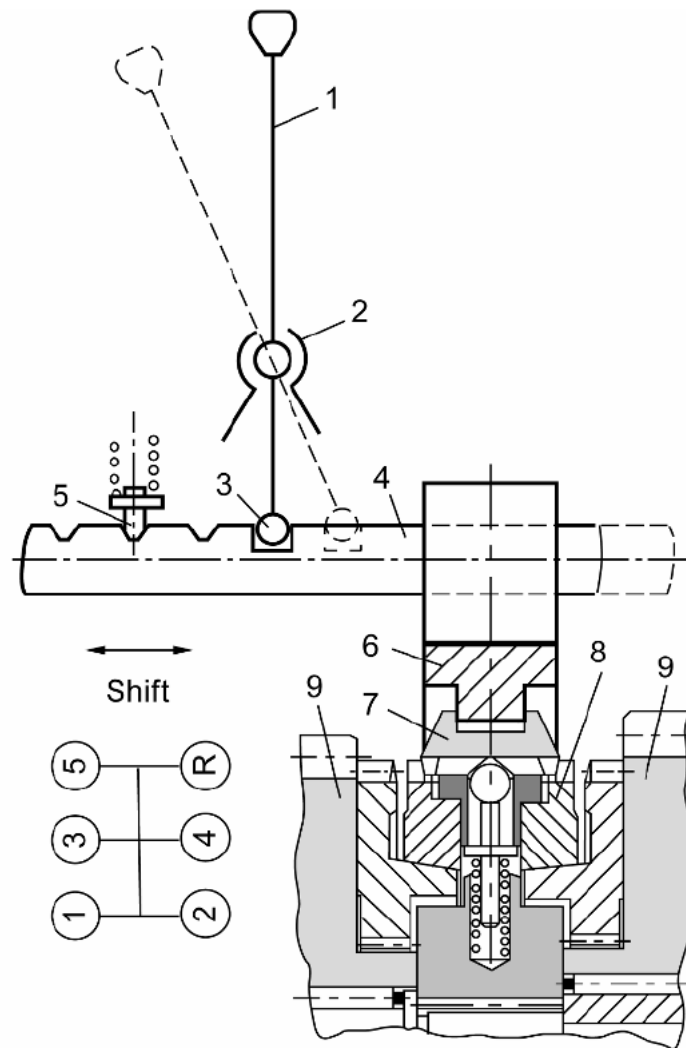
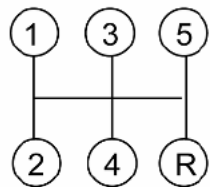
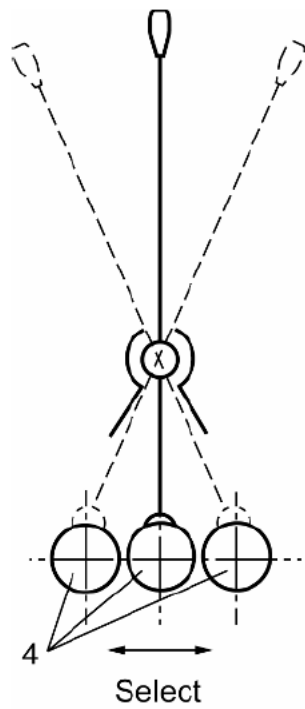


- kućište;
- vratila;
- zupčanici;
- sinhro-spojnice;
- igličasti ležajevi;
- kotrljani ležajevi (različiti);
- prenosni mehanizam komande.

Elementi manualnog menjača

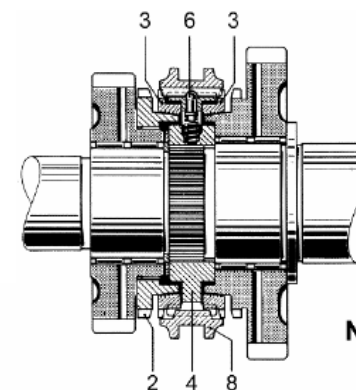
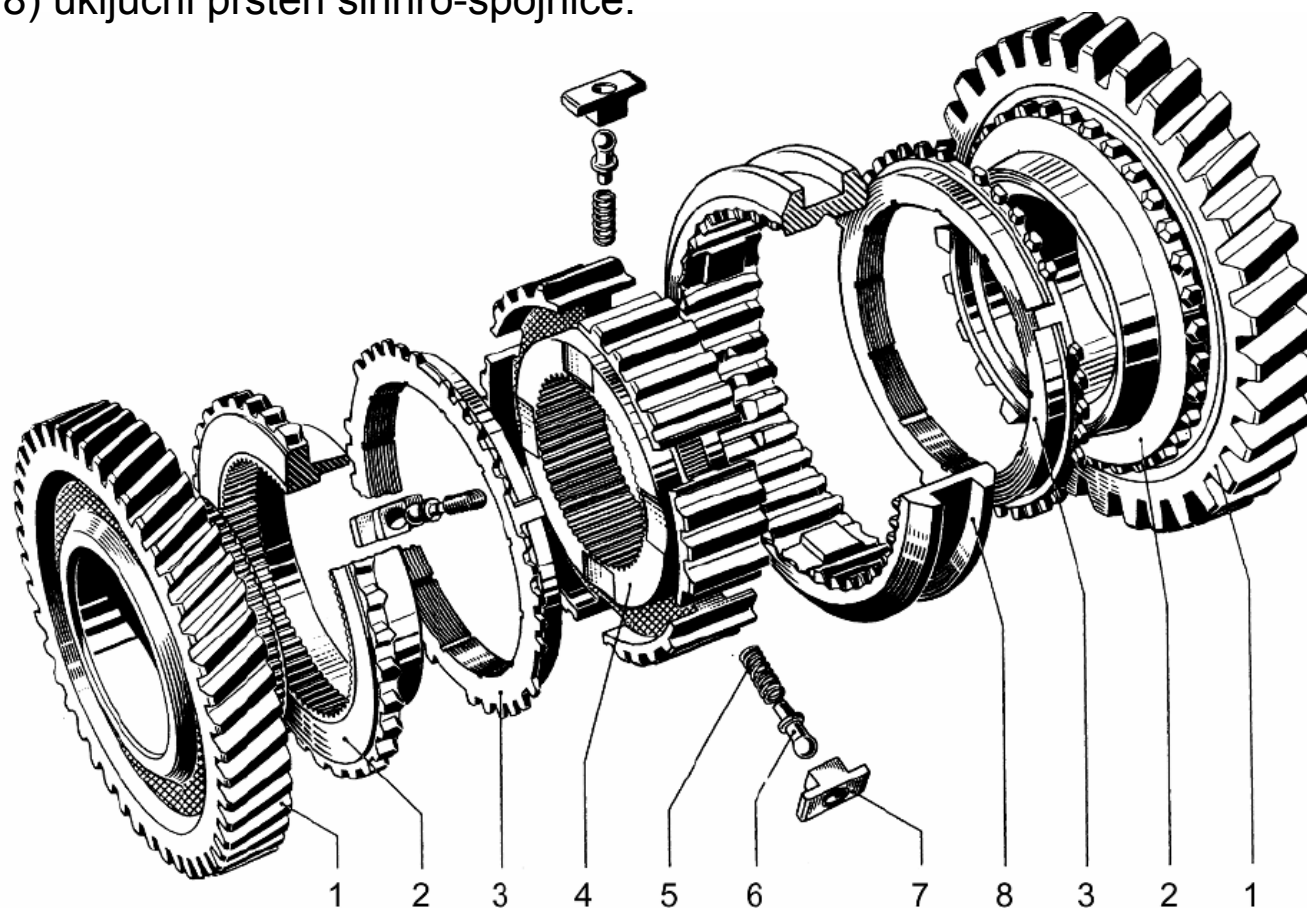


Elementi manuelnog menjača - komandni mehanizam

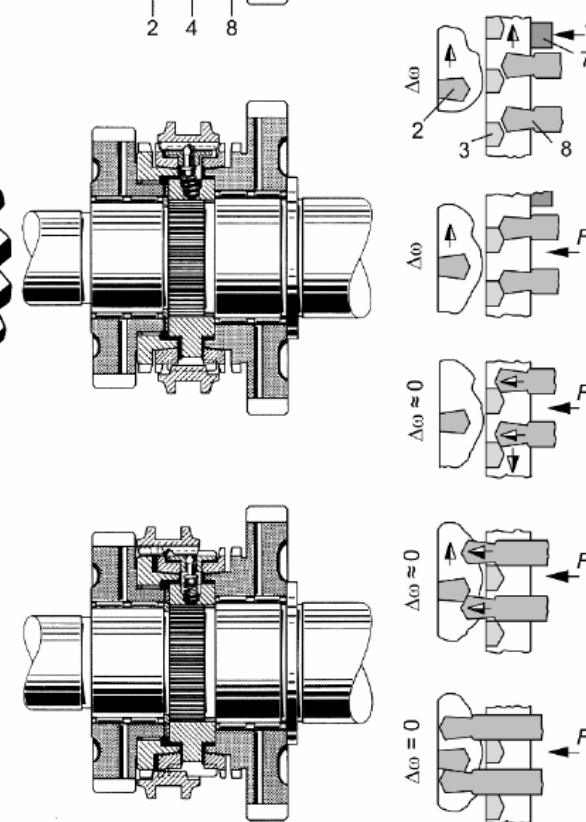


Elementi manuelnog menjača – sinhro-spojnica

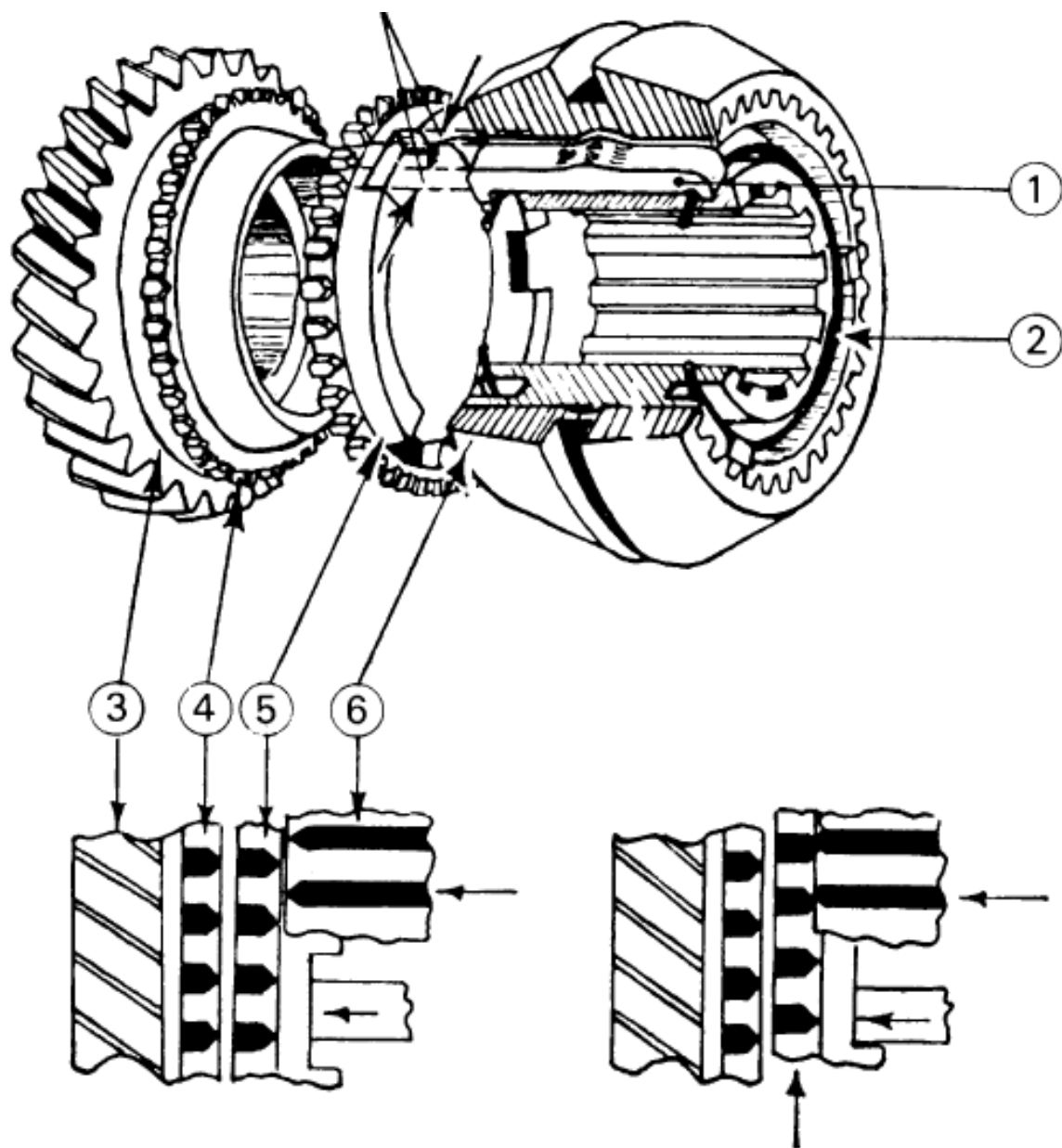
- 1) zupčanik;
- 2) ozubljeni prsten sa konusnom površinom (za sinhronizaciju i vezu zupčanika sa sinhro-spojnicom) kruto vezan za zupčanik;
- 3) sinhronizirajući prsten sinhro-spojnice;
- 4) nosač sinhrospojnice;
- 5), 6) i 7) elementi za sprečavanje samoisključenja sinhro-spojnice;
- 8) uključni prsten sinhro-spojnice.



Neutral position



Elementi manualnog menjača – sinhro-spojnika



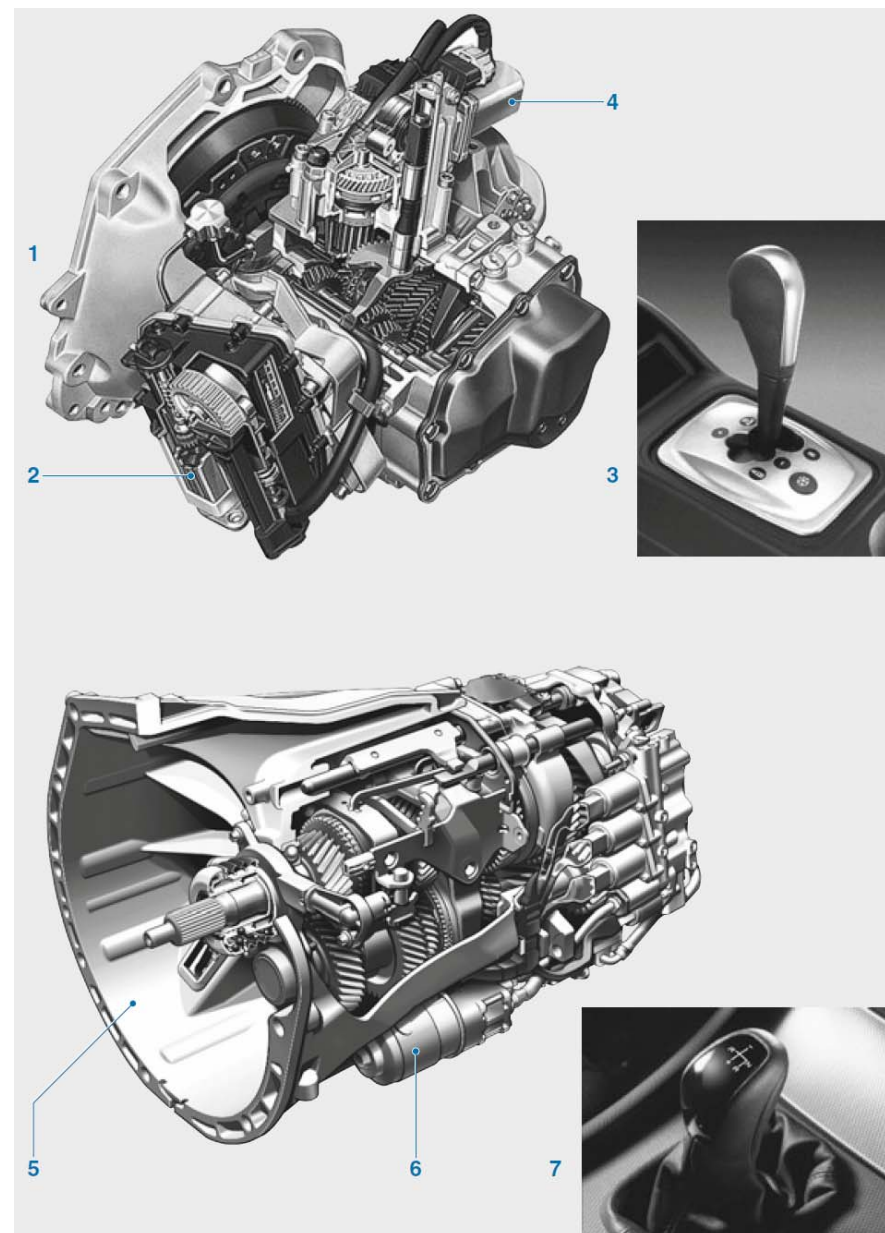
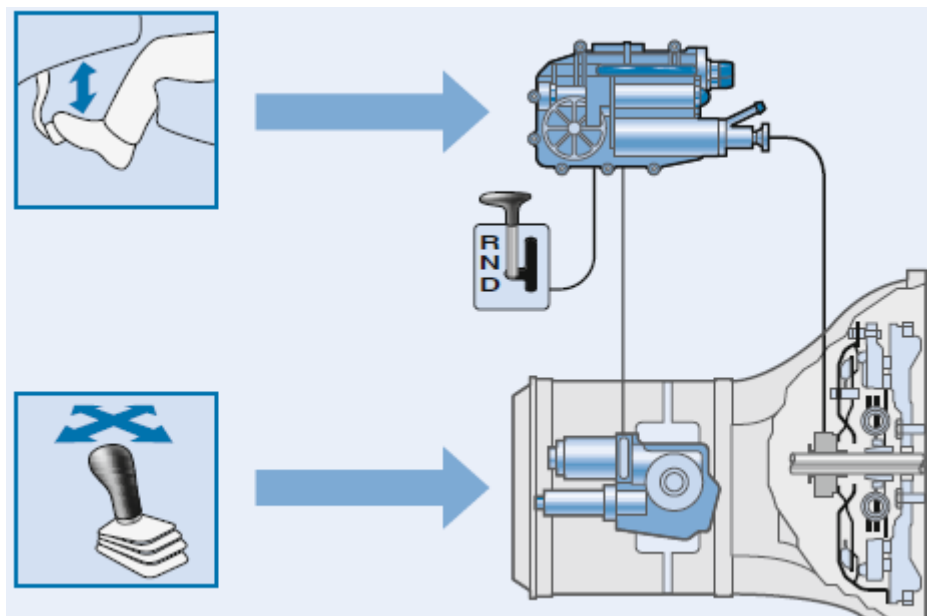
Automatizovani manuelni menjači

- automatizovani manuelni menjači ili tzv. poluautomatski (automated manual transmissions – AMT): prekid toka snage je automatizovan dok promenu stepena prenosa vrši vozač;
- zadržana je osnovna konstrukcija manuelnog menjača, dok je proces uključivanja/isključivanja spojnice automatizovan (pneumatski, hidraulički ili elektronski), a u nekim slučajevima i samo pomeranje sinhro-spojnice;

Osobine:

- kompaktna konstrukcija;
- visok stepen efikasnosti;
- moguće prilagođavanje klasičnih manuelnih menjača;
- povoljnija cena u odnosu na automatske i kontinualne menjače;
- jednostavno rukovanje;
- mogućnost auomatizovane strategije promene stepena prenosa za manju potrošnju;
- prekid toka snage tokom promene stepena prenosa.

Automatizovani manualni menjači



Menjači sa dvostrukom spojnicom (DSG, DCT)

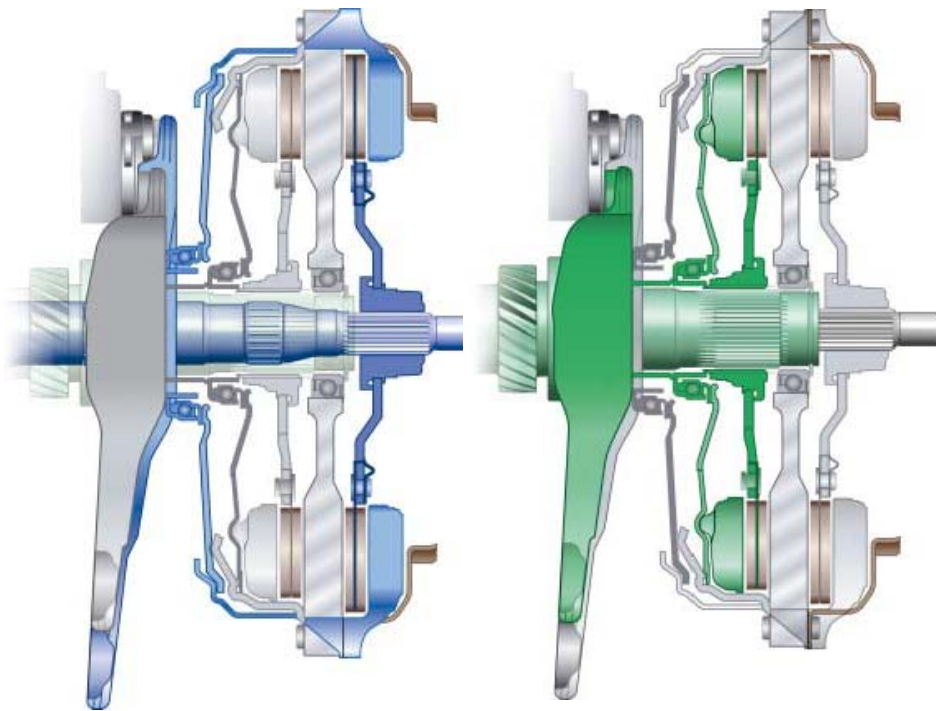
Koncept menjača sa dvostrukom spojnicom zasniva se na principu dva ulazna koaksijalna vratila (vratilo u vratilu) od kojih svako ima svoju spojnicu, pri čemu jedno vratilo ima pogonske zupčanike za neparne (1., 3., 5.) stepene prenosa, a drugo za parne (2., 4., 6.). Pri tome je zadržan princip konstrukcije manuelnih menjača (ali u ovom slučaju komplikovanja i teža), a omogućena je veoma brza i efikasna promena stepena prenosa bez prekida toka snage. Osim po želji vozača, moguća je i automatska promena stepena prenosa po zadatom algoritmu. Iz tog razloga može se svrstati i u automatizovane manuelne i u automatske menjače, a u nekim podelama čini i zasebnu grupu.

U zavisnosti od koncepcije vozila i raspoloživog prostora postoje sledeće konstrukcije;

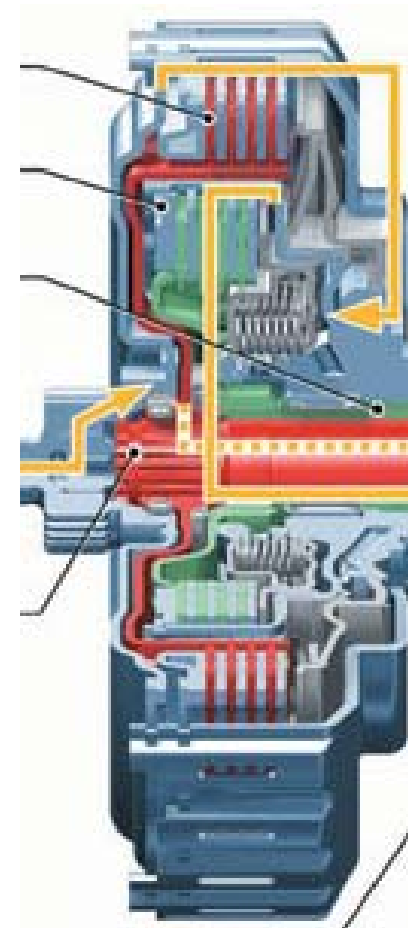
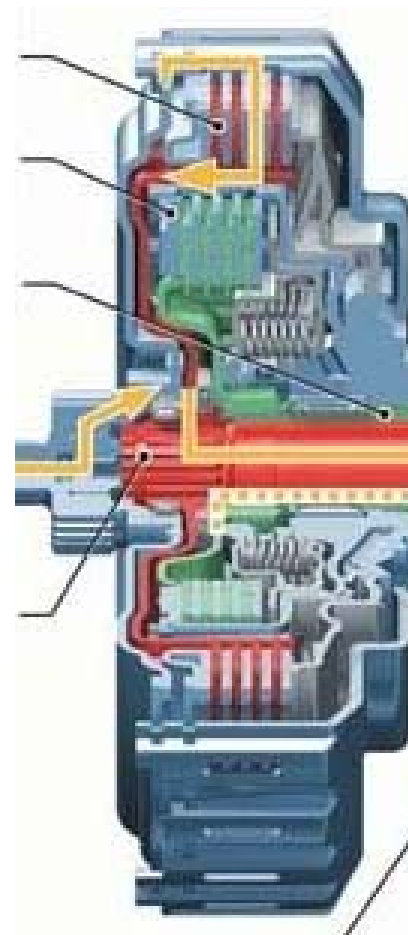
- Sa tri ose vratila: jedna osa sa dva ulazna koaksijalna vratila (vratilo u vratilu) i dve ose za dva izlazna vratila (koristi se uglavnom kod poprečno postavljenih motora jer je u tom slučaju potrebna što manja dužina menjača);
- Sa dve ose vratila: jedna osa za dva ulazna koaksijalna vratila i jedno izlazno, a druga osa za dva posredna koaksijalna vratila (koristi se uglavnom kod klasične koncepcije i koncepcije 4x4 sa uzdužno postavljenim motorom).

Menjači sa dvostrukom spojnicom (DSG, DCT)

Dvostruka spojnica može biti izvedena kao a) skup dve frikcionne spojnice ili b) kao skup dve višelamelaste spojnice.

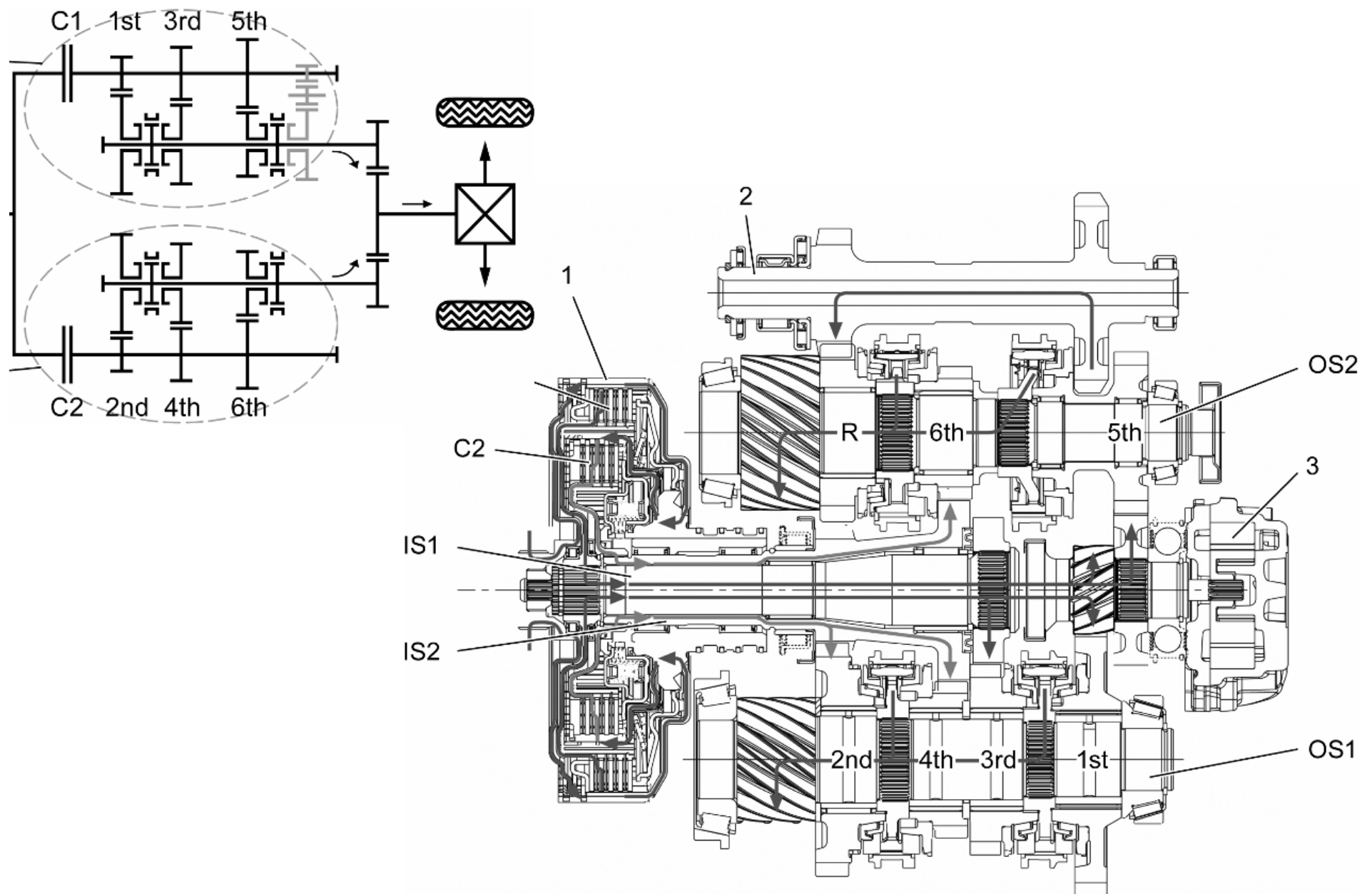


a)

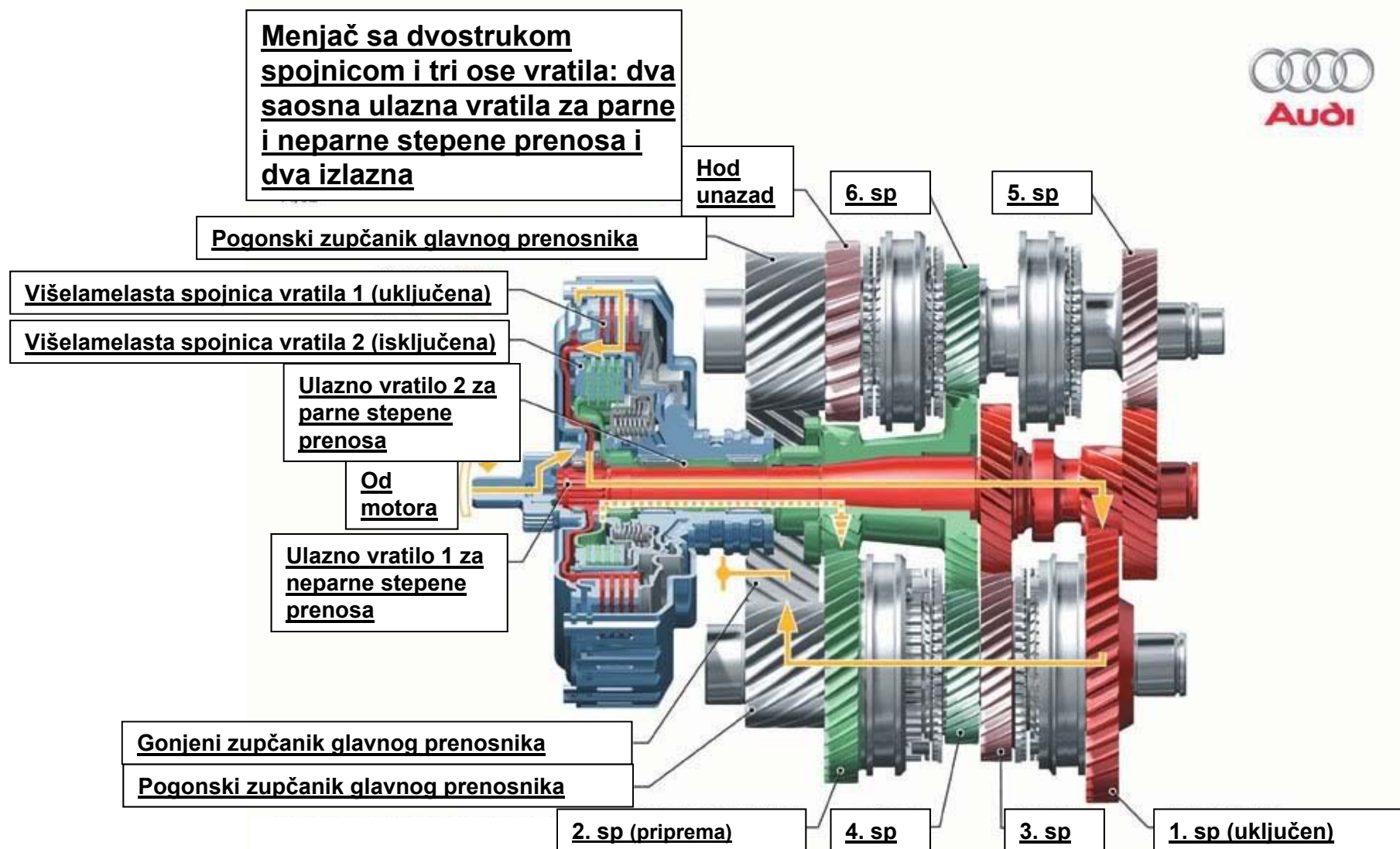


b)

Menjači sa dvostrukom spojnicom sa tri ose vratila



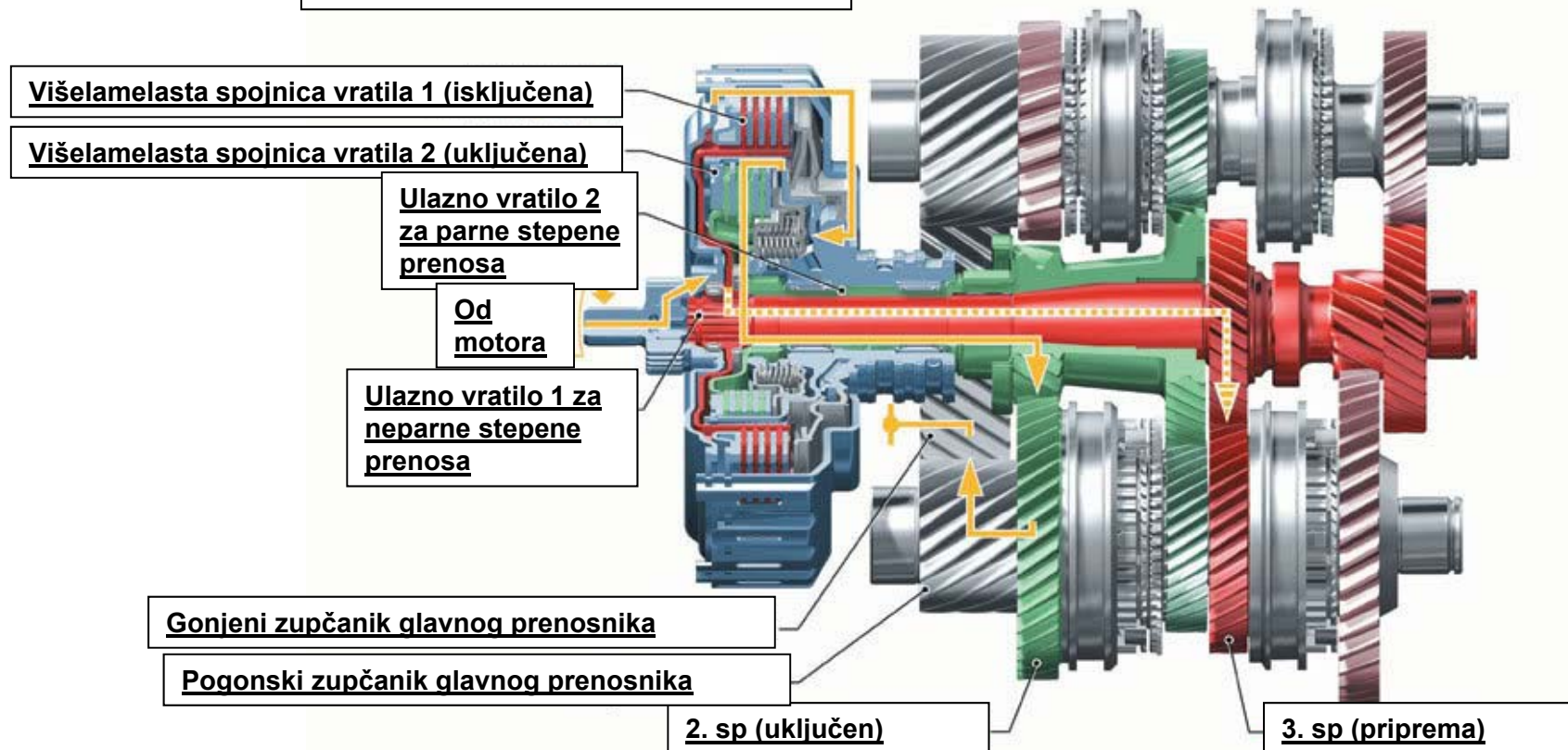
Menjači sa dvostrukom spojnicom sa tri ose vratila



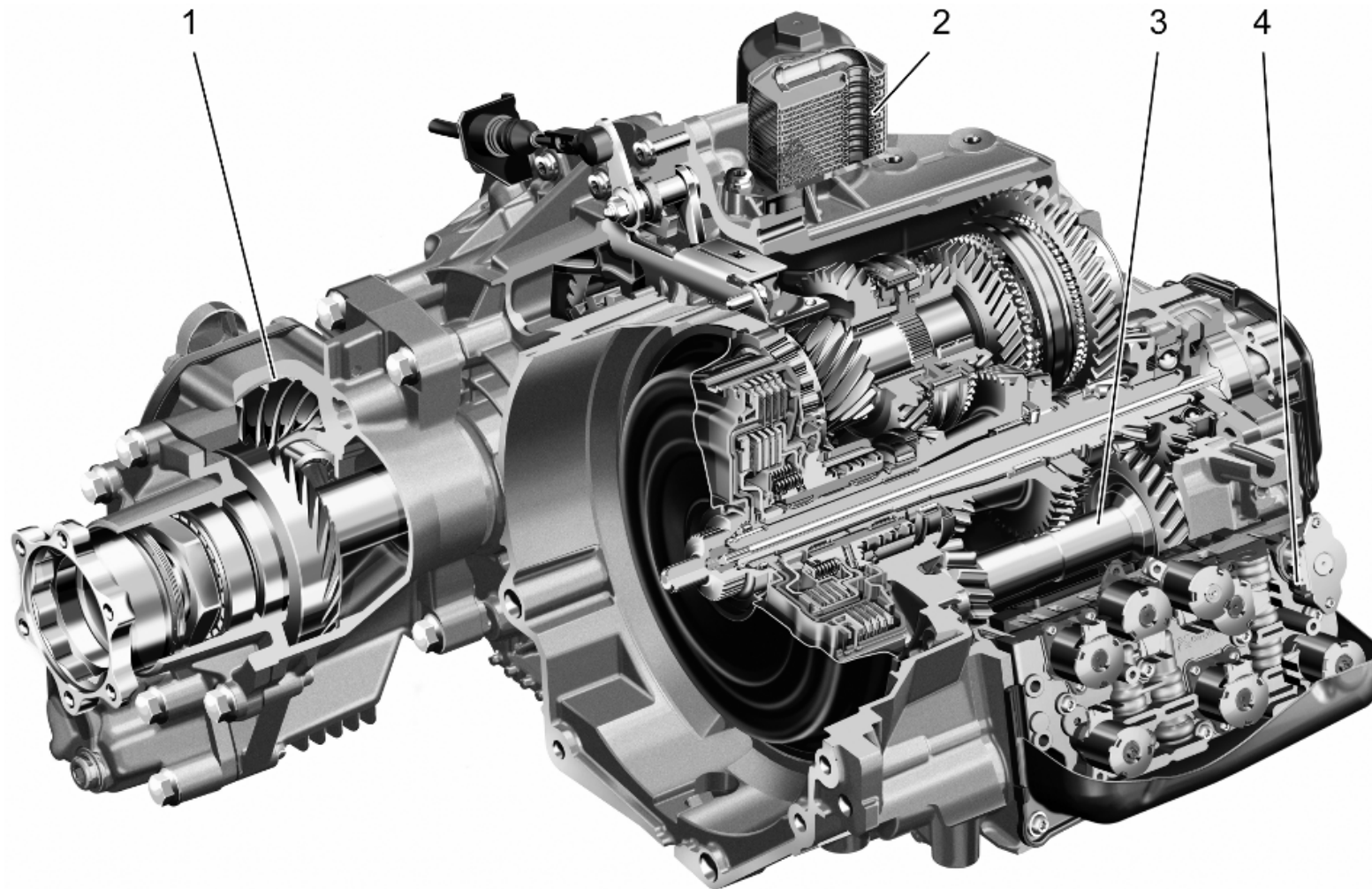
Menjači sa dvostrukom spojnicom sa tri ose vratila



Menjač sa dvostrukom spojnicom i tri ose vratila: dva saosna ulazna vratila za parne i neparne stepene prenosa i dva izlazna

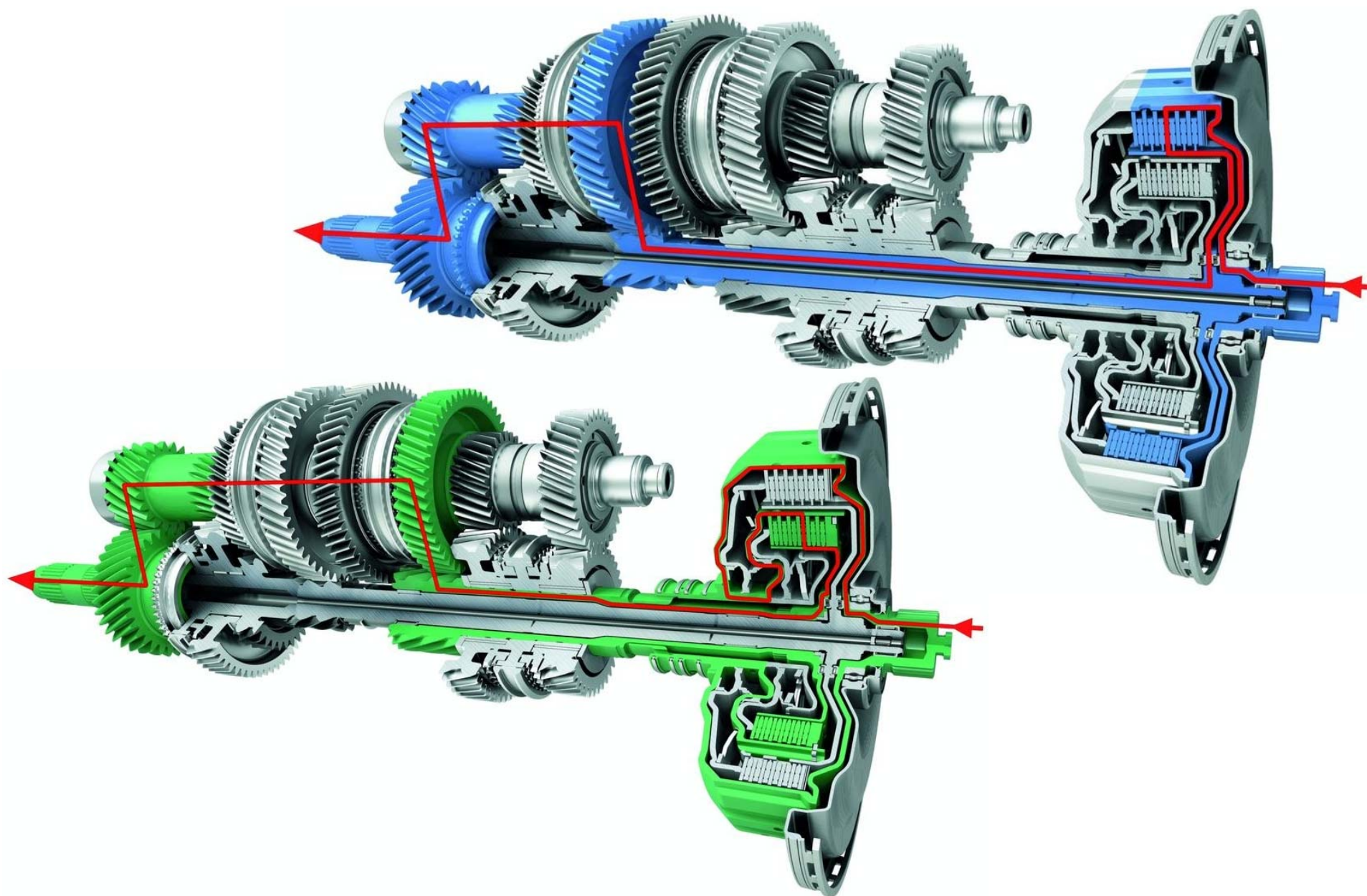


Menjači sa dvostrukom spojnicom sa tri ose vratila

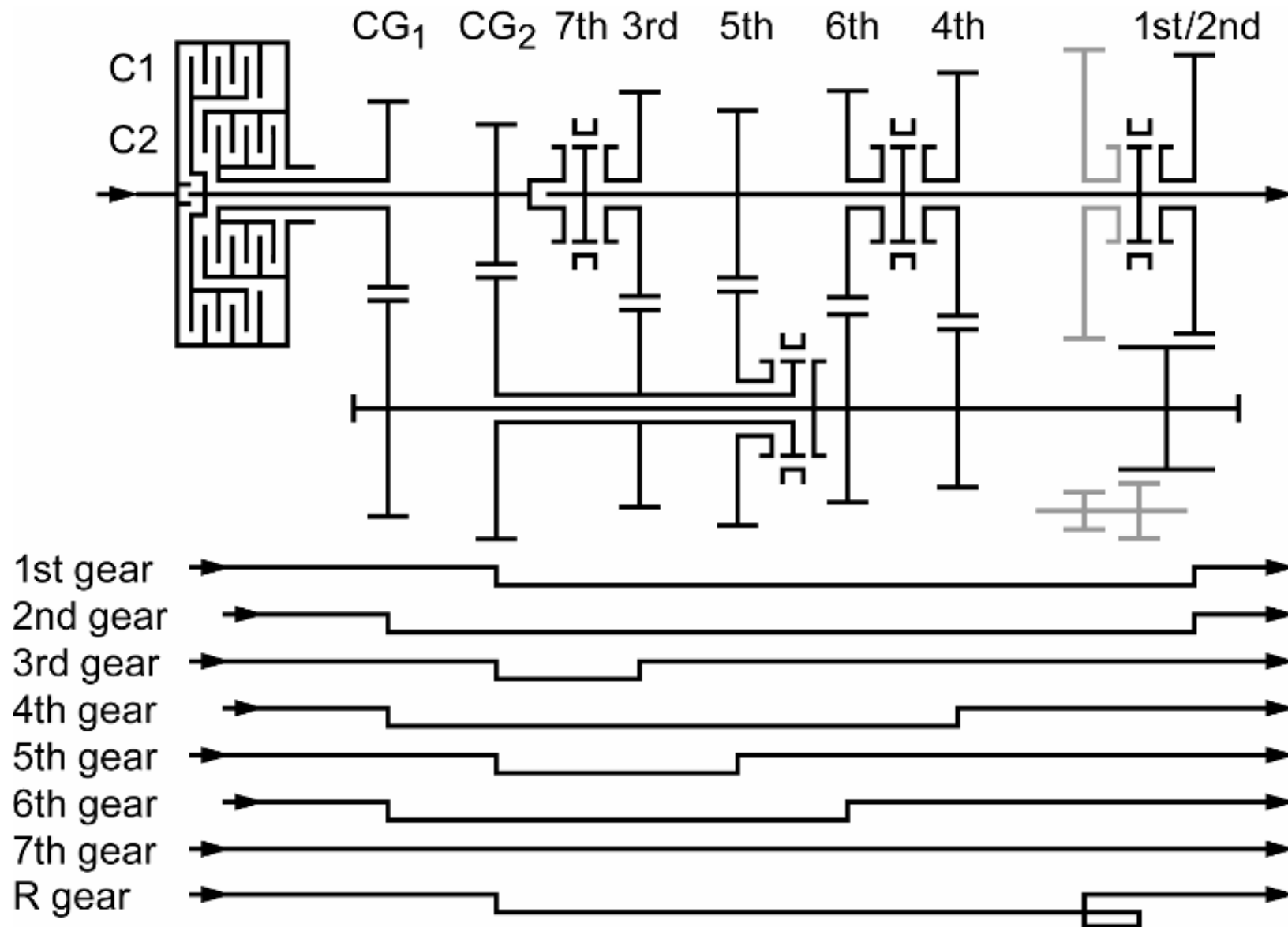


6- stepeni menjač (VW DSG) putničkog vozila sa poprečno postavljenim motorom i pogonom 4x4: 1) razvodnik pogona na zadnju osovinu; 2) hladnjak ulja; 3) vratilo za hod unazad; 4) mehatronska upravljačka jedinica.

Menjači sa dvostrukom spojnicom sa dve ose vratila

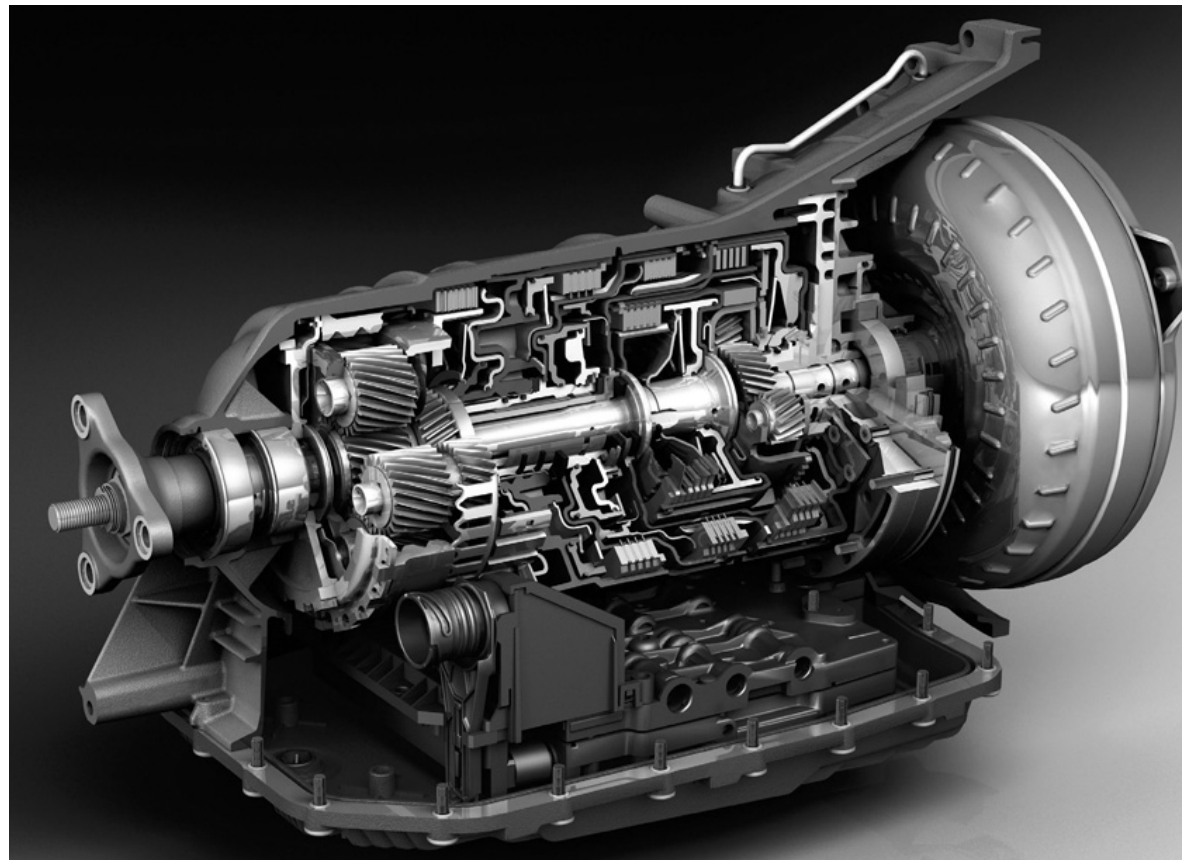


Menjači sa dvostrukom spojnicom sa dve ose vratila



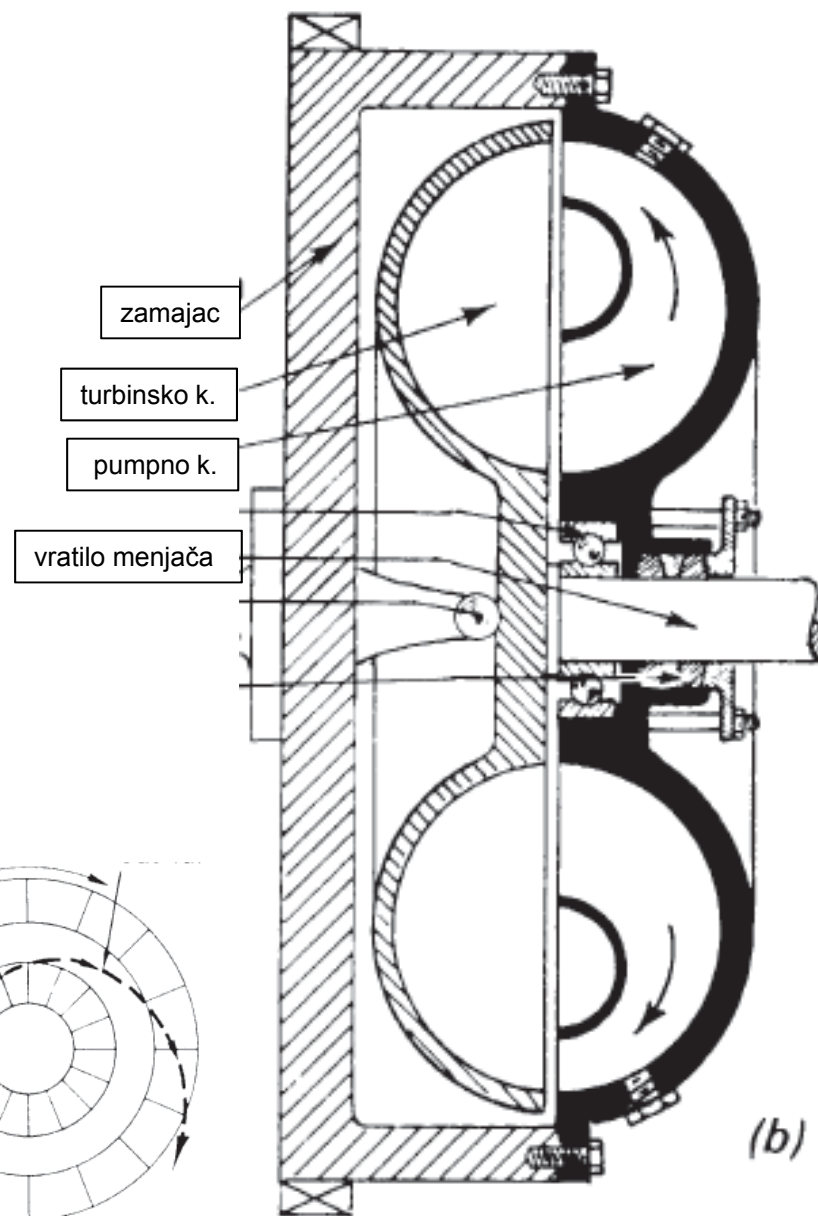
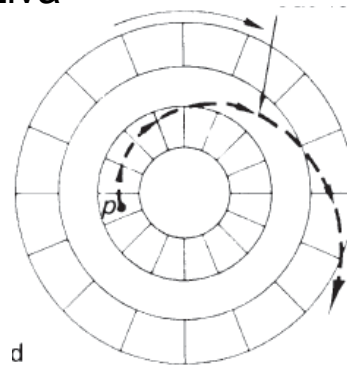
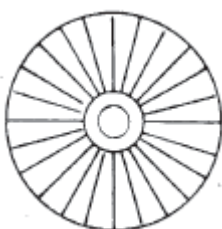
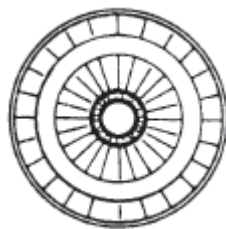
(Klasični) Automatski menjači sa hidrodinamičkim menjačem i planetarnim prenosnicima

Klasični automatski menjači sastoje se od hidrodinamičkog menjača i više setova planetarnih prenosnika čiji se elementi međusobno spajaju višamelastim spojnicama ili kočice (blokiraju) trakastim ili višamelastim kočnicama. Radom menjača upravlja mehatronski modul. Promena stepena prenosa je stepenasta i vrši se automatski (sa opcijom da signal za promenu daje i vozač), bez prekida toka snage. Konstrukcija je najkomplikovanija, a dimenzije i masa najveća.



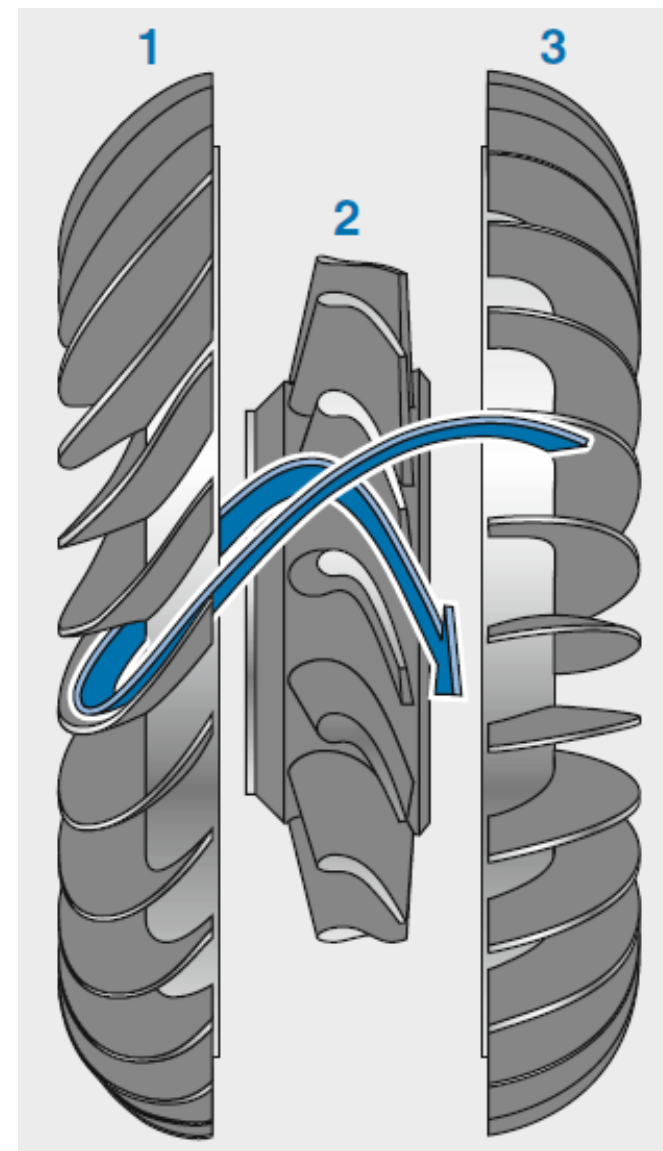
Elementi automatskog menjača – hidrodinamička spojnica / menjač

Hidrodinamička spojnica sastoji se iz pumpnog i turbinskog kola. Oba kola poseduju prave radijalno raspoređene lopatice, a postavljena su jedno naspram drugog bez međusobne krute veze. Između dva kola nalazi se tečni fluid (ulje). Pumpno kolo je vezano za zamajac (formirajući zatvorenu celinu) tako da ima istu ugaonu brzinu i obrtni moment koje isporučuje motor. Obrtanje pumpnog kola stvara cenrifugalnu silu koja ubrzava čestice fluida ka obodu navedenog kola, odnosno ka lopaticama turbinskog kola. Usled pritiska fluida na lopatice turbinskog kola dolazi do njegovog kretanja (obrtanja), a fluid se sa umanjenom kinetičkom energijom potom vraća na lopatice pumpnog kola, koje ga svojim obrtanjem opet ubrzava. Pri obrtanju pumpnog i turbinskog kola postoji stalno klizanje između njih što izaziva zagrevanje fluida.

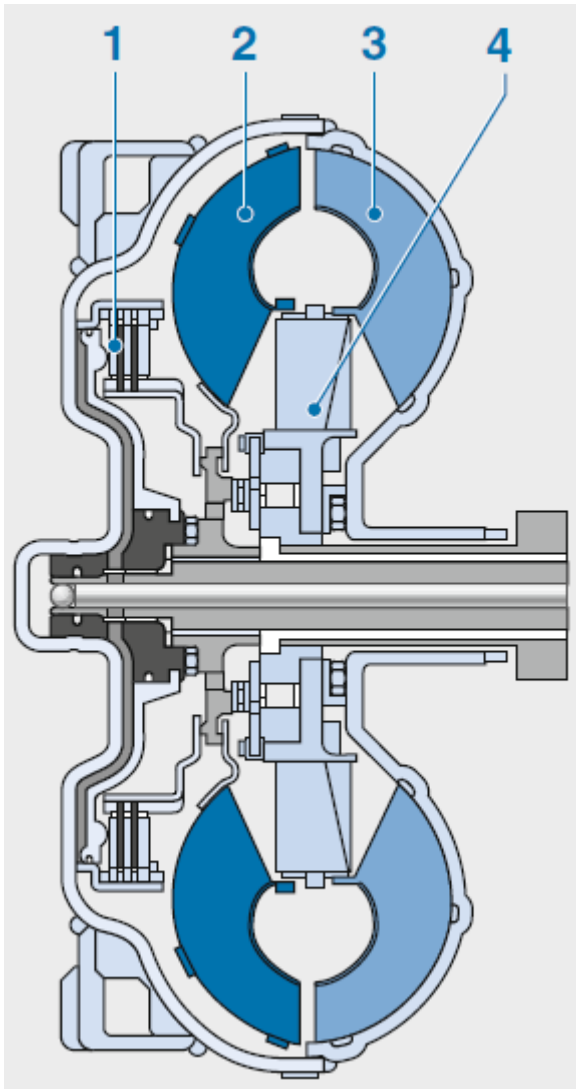


Elementi automatskog menjača – hidrodinamička spojnica / menjač

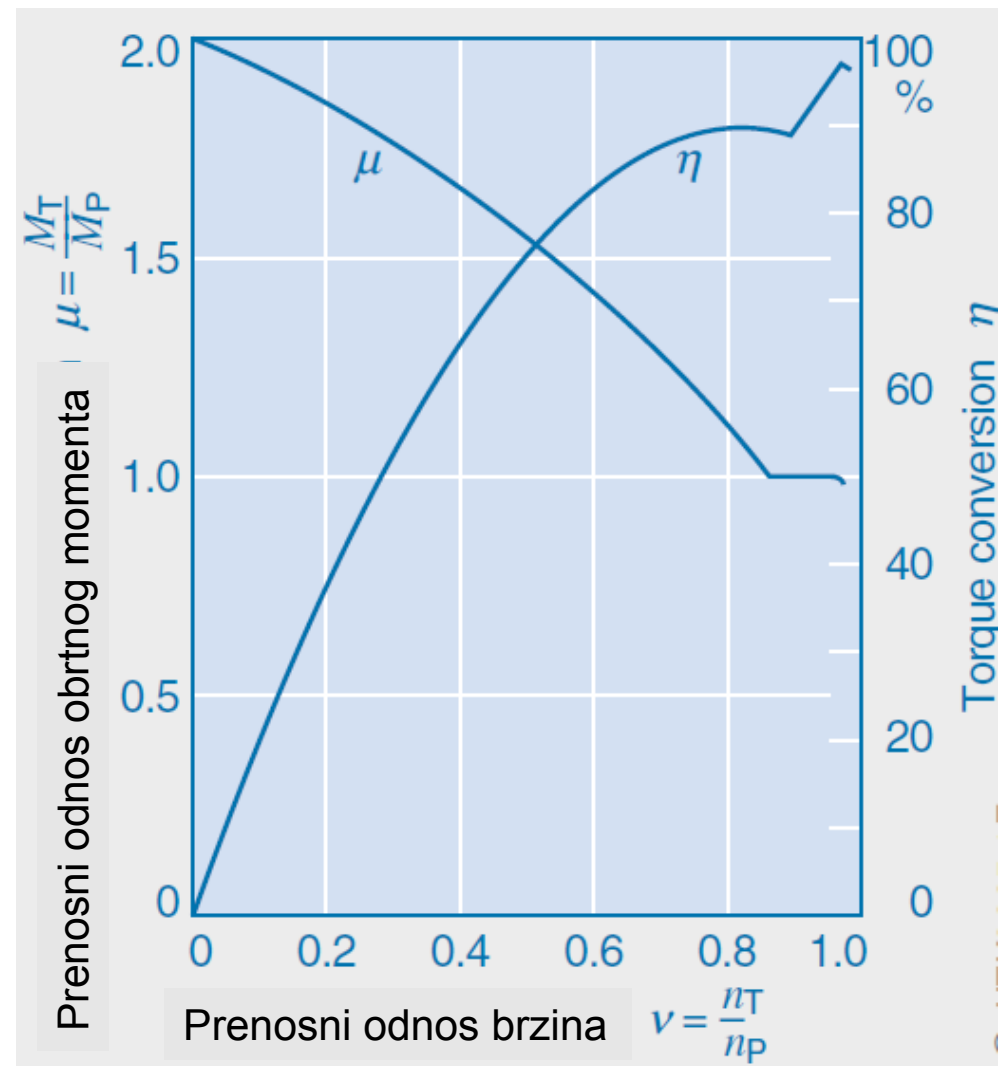
Hidrodinamički menjač osim pumpnog (3) i turbinskog (1) kola ima i reaktorsko (2) kolo čije je obrtanje moguće samo u smeru obrtanja pumpnog i turbinskog, dok je u suprotnom smeru onemogućeno jednosmernom spojnicom. Lopatice reaktorskog kola imaju ulogu da preusmere tok fluida pri njegovom kretanju (povratku) od turbinskog ka pumpnom kolu čime se dodatno deluje na lopatice pumpnog kola u smeru njegovog obrtanja, odnosno povećava obrtni moment turbinskog kola. Ovu ulogu reaktorsko kolo ima samo dok se ne obrće (jer tada fluid deluje na njegove lopatice tako da želi da ga obrne u suprotnom smeru od smera obrtanja pumpnog i turbinskog kola), a to se dešava u slučaju različitih ugaonih brzina pumpnog i turbinskog kola (što je razlika brzina veća to je uvećanje obrtnog momenta turbinskog kola veće). Kada se ugaone brzine pumpnog i turbinskog kola približno izjednače fluid sa turbinskog kola počinje da obrće lopatice reaktorskog kola u istom smeru kao preostala dva kola i hidrodinamički menjač prelazi da radi u režim hidrodinamičke spojnice, tj. obrtni moment se prenosi bez uvećanja.



Elementi automatskog menjača – hidrodinamička spojnica / menjač

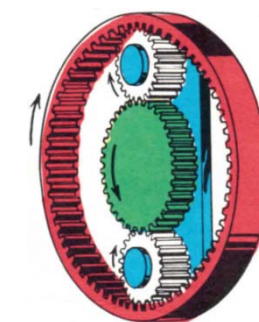
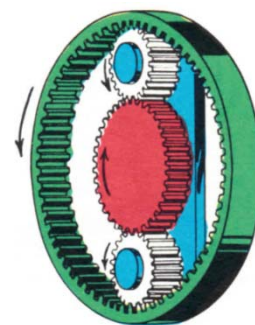
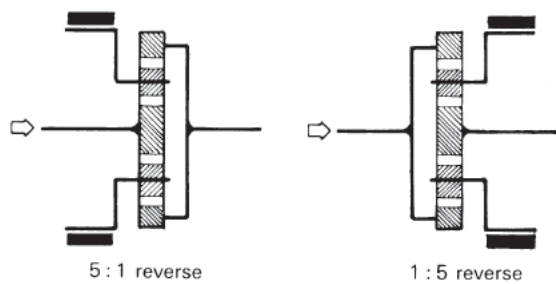
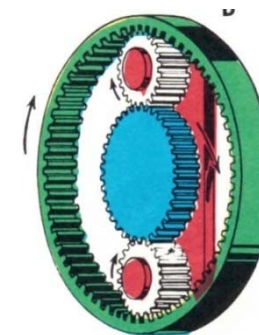
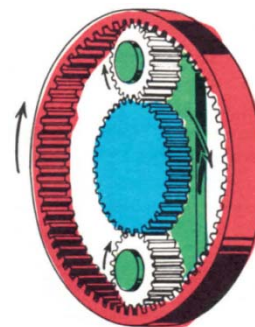
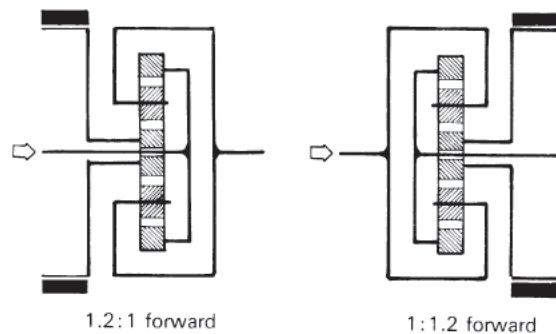
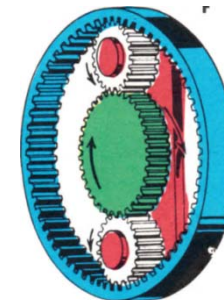
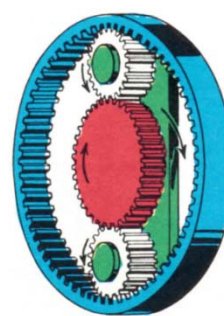
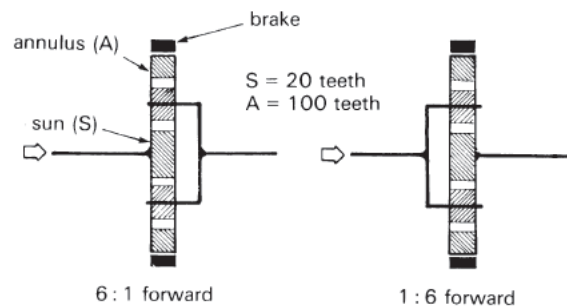


1. višelamelasta spojnica za direktan prenos;
2. turbinsko kolo;
3. pumpno kolo;
4. reaktorsko kolo



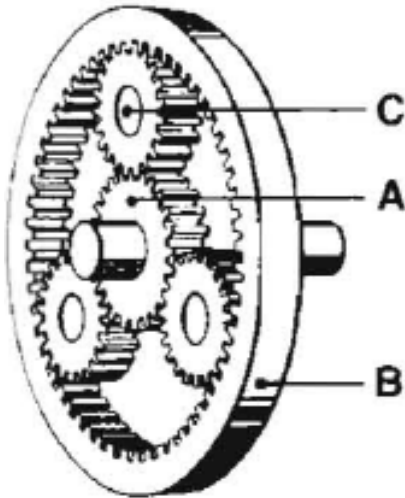
Karakteristika hidrodinamičkog menjača

Elementi automatskog menjača – planetarni prenosnici



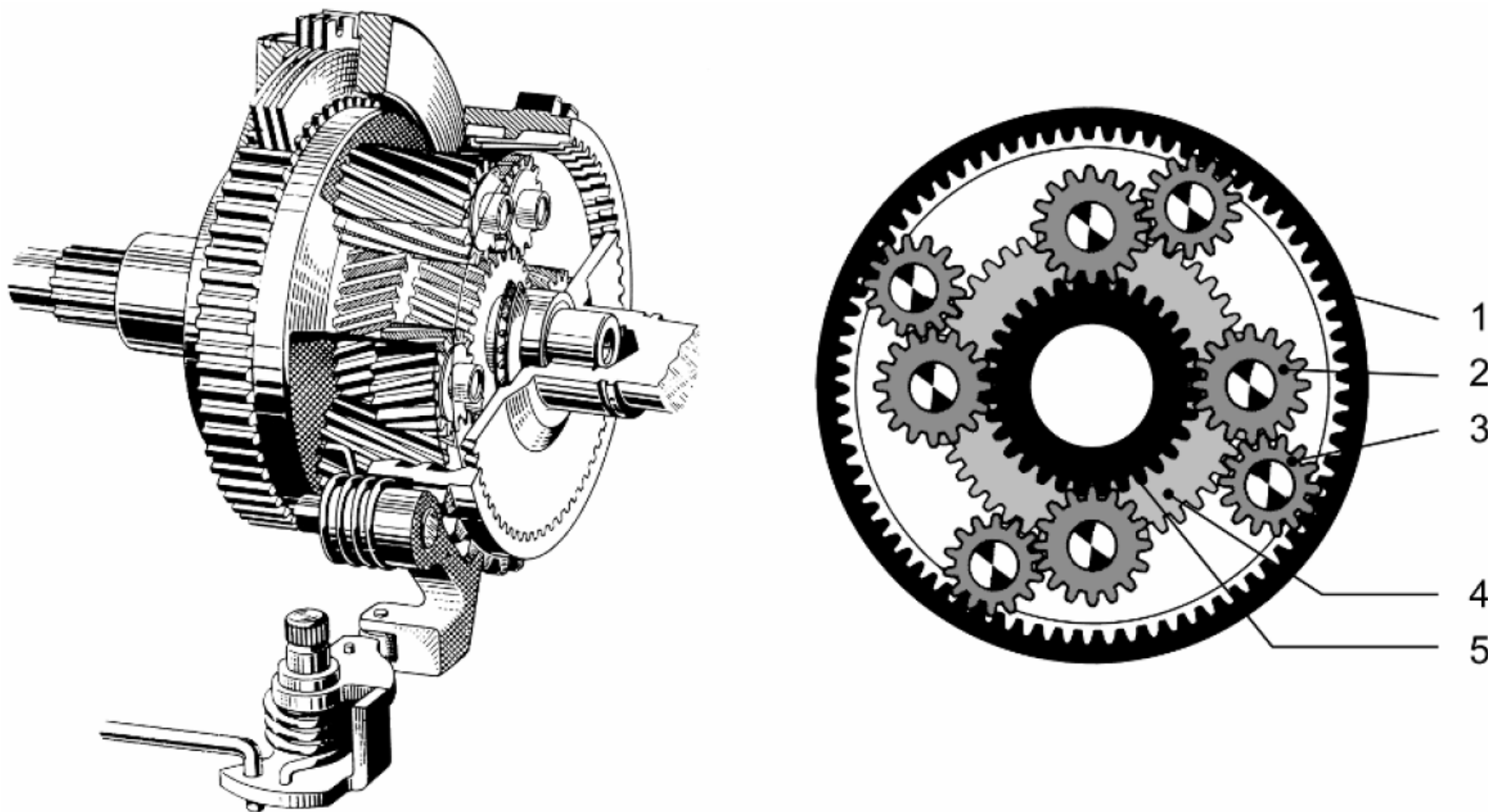
■ ulaz ; ■ izlaz ■ ukočen

Elementi automatskog menjača – planetarni prenosnici



Input	Out-put	Fixed	Conversion ratio	Remarks
A	C	B	$i = 1 + Z_B/Z_A$	$2.5 \leq i \leq 5$
B	C	A	$i = 1 + Z_A/Z_B$	$1.25 \leq i \leq 1.67$
C	A	B	$i = \frac{1}{1 + Z_B/Z_A}$	$0.2 \leq i \leq 0.4$ overdrive
C	B	A	$i = \frac{1}{1 + Z_A/Z_B}$	$0.6 \leq i \leq 0.8$ overdrive
A	B	C	$i = - Z_B/Z_A$	Stationary transmission with reversal of direction $-4 \leq i \leq -1.5$
B	A	C	$i = - Z_A/Z_B$	Stationary transmission with reversal of direction $-0.67 \leq i \leq -0.25$

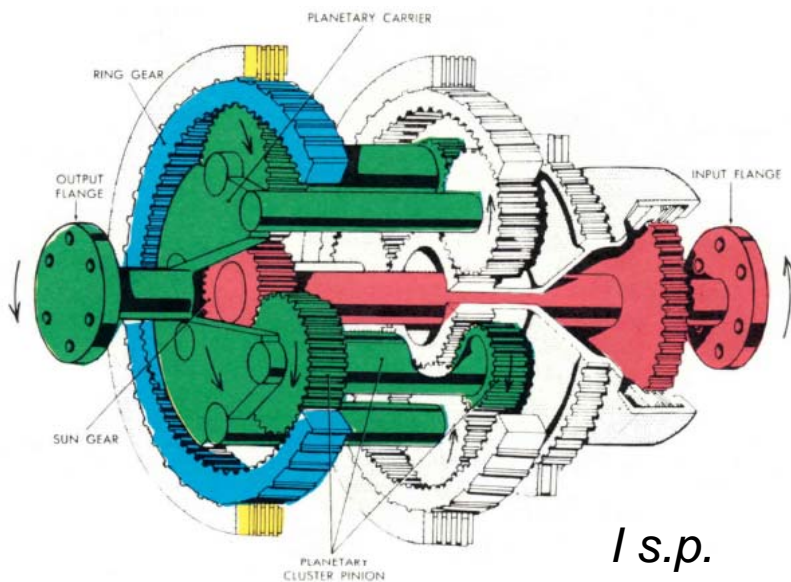
Elementi automatskog menjača – planetarni prenosnici



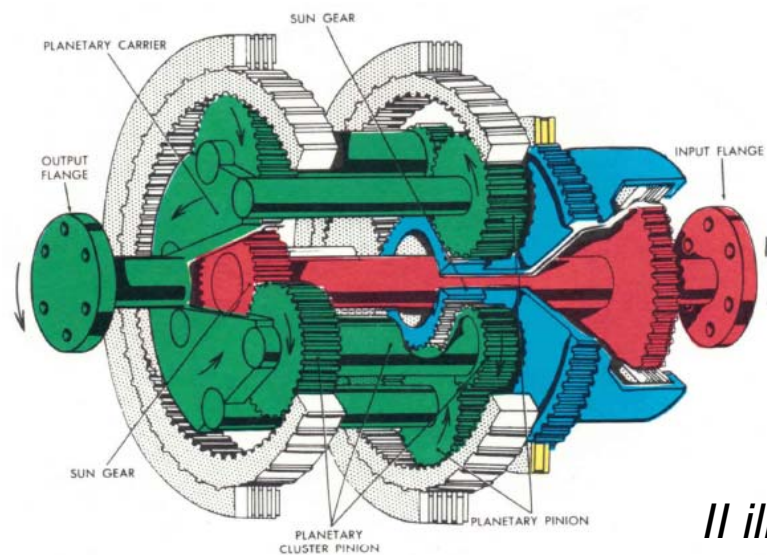
Ravigneaux (Ravinjo) planetarni prenosnik (4 stepena prenosa):

1. prstenasti (spoljni) zupčanik; 2. satelit na manjem prečniku; 3. satelit na većem prečniku; 4. veći sunčani zupčanik; 5. manji sunčani zupčanik;

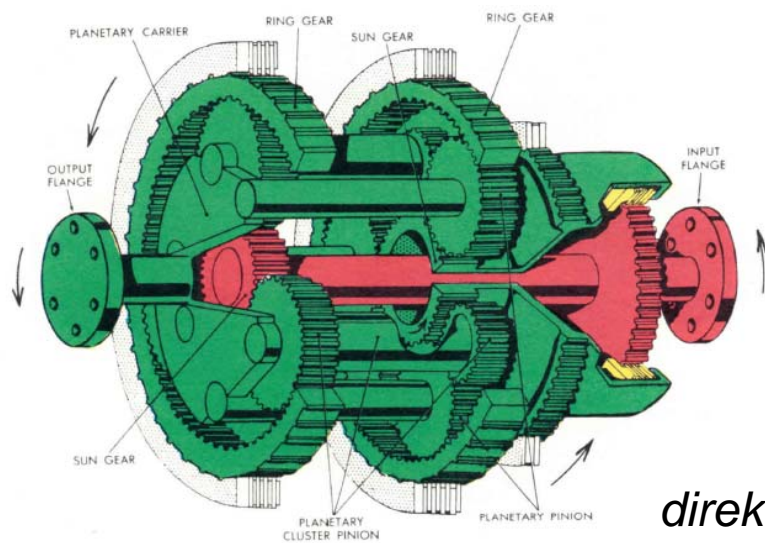
Elementi automatskog menjača – planetarni prenosnici



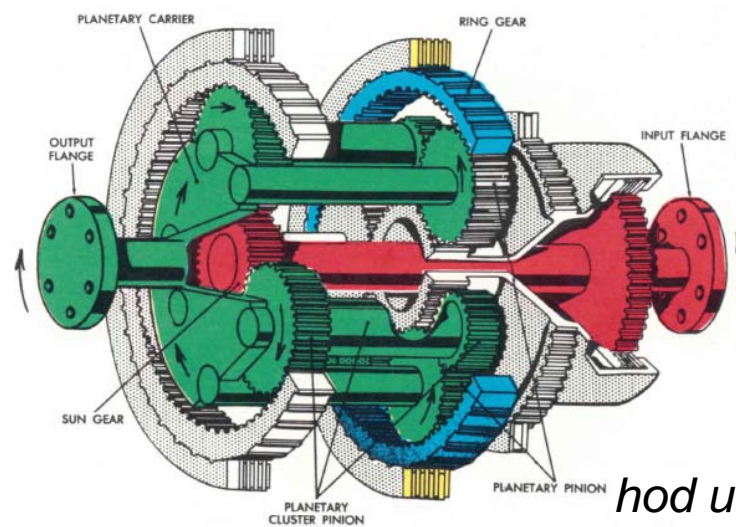
I s.p.



II ili III s.p.



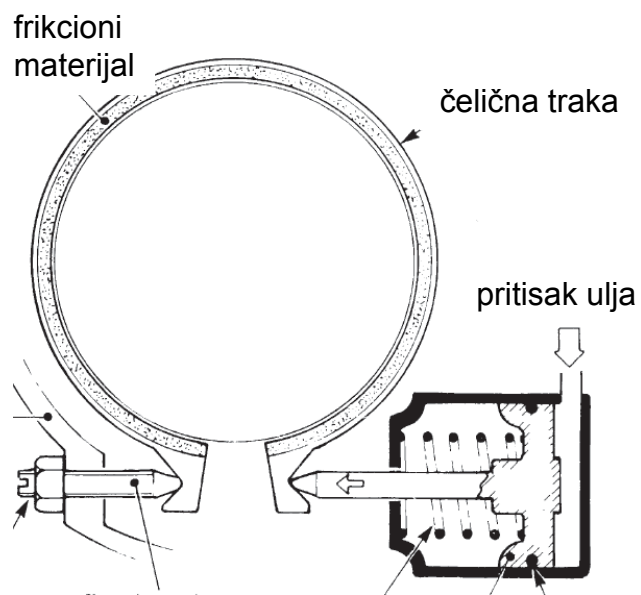
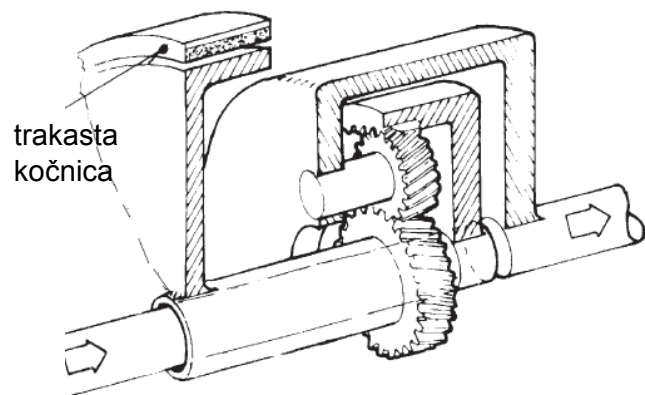
direktan s.p.



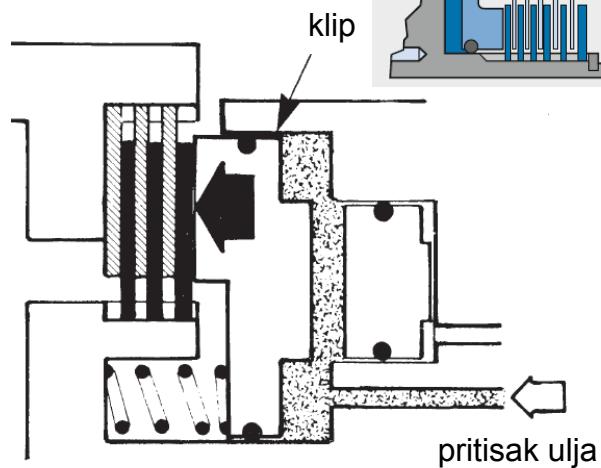
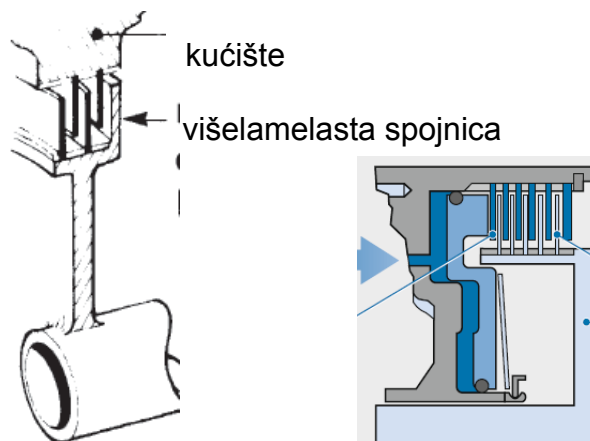
hod u nazad

■ ulaz
 ■ izlaz
 ■ ukočen
 ■ aktivirana višel. spojnica

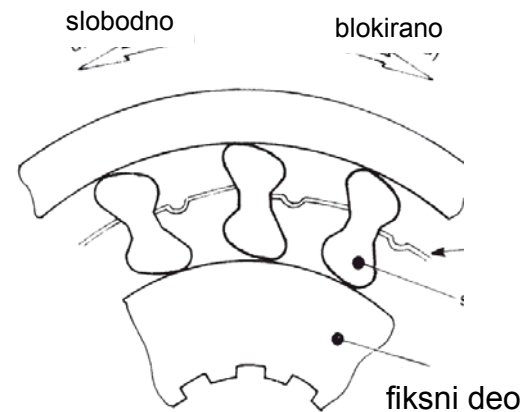
Elementi automatskog menjača – trakasta kočnica, višelamelasta i jednosmerna spojnica



trakasta kočnica

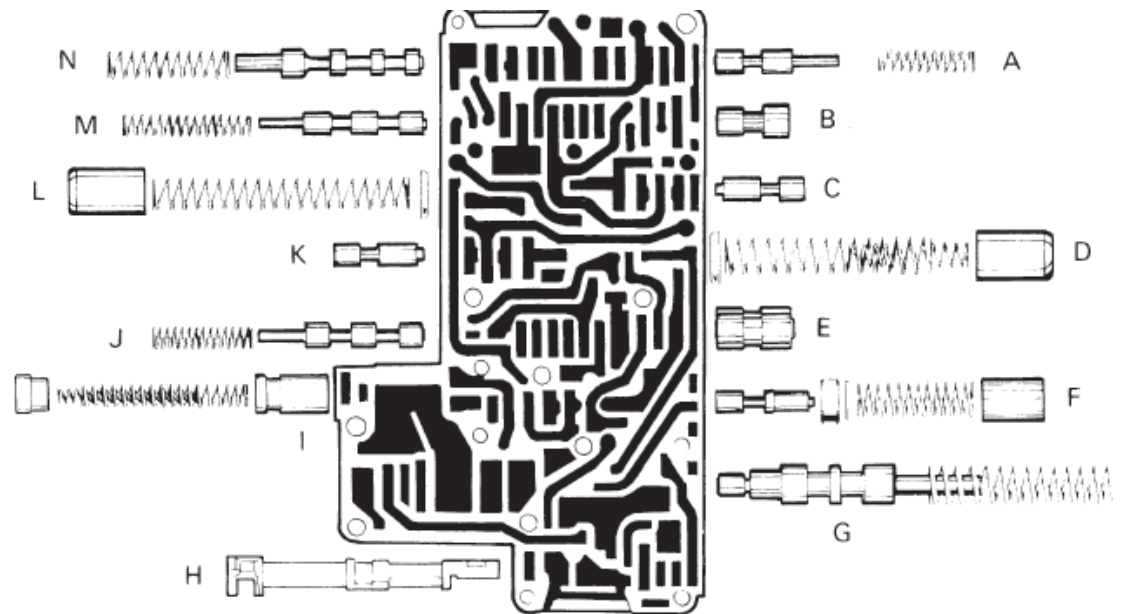
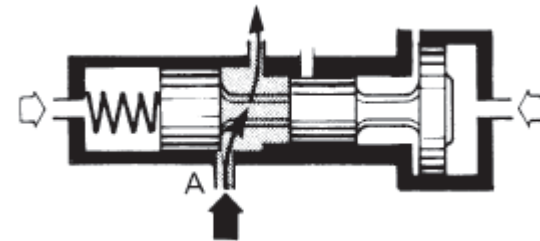
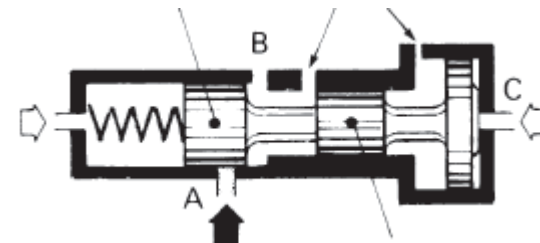
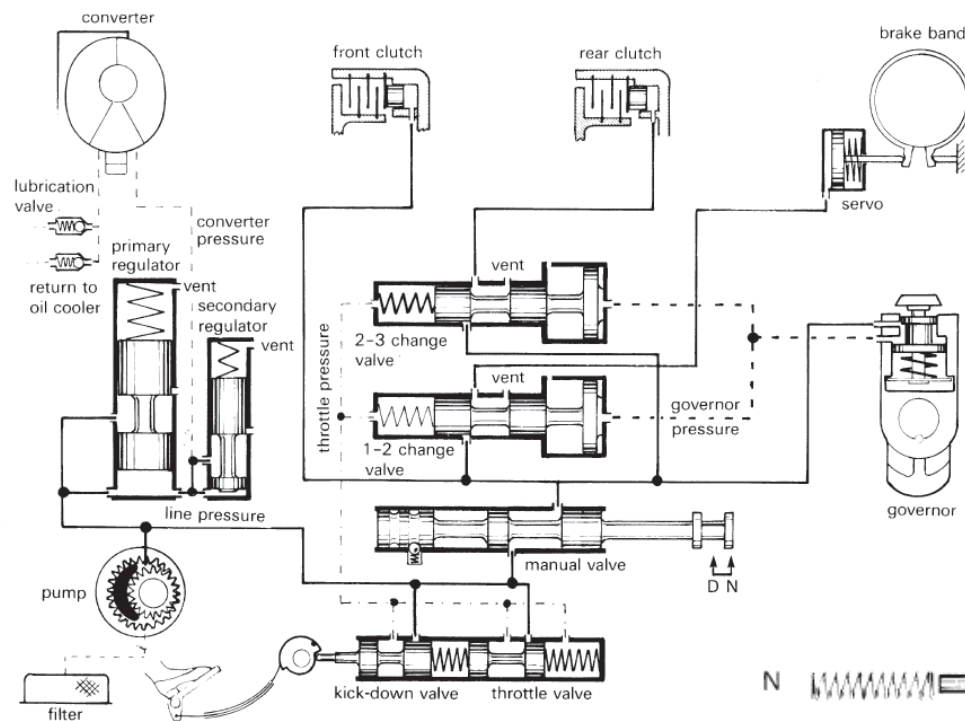


višelamelasta spojnica

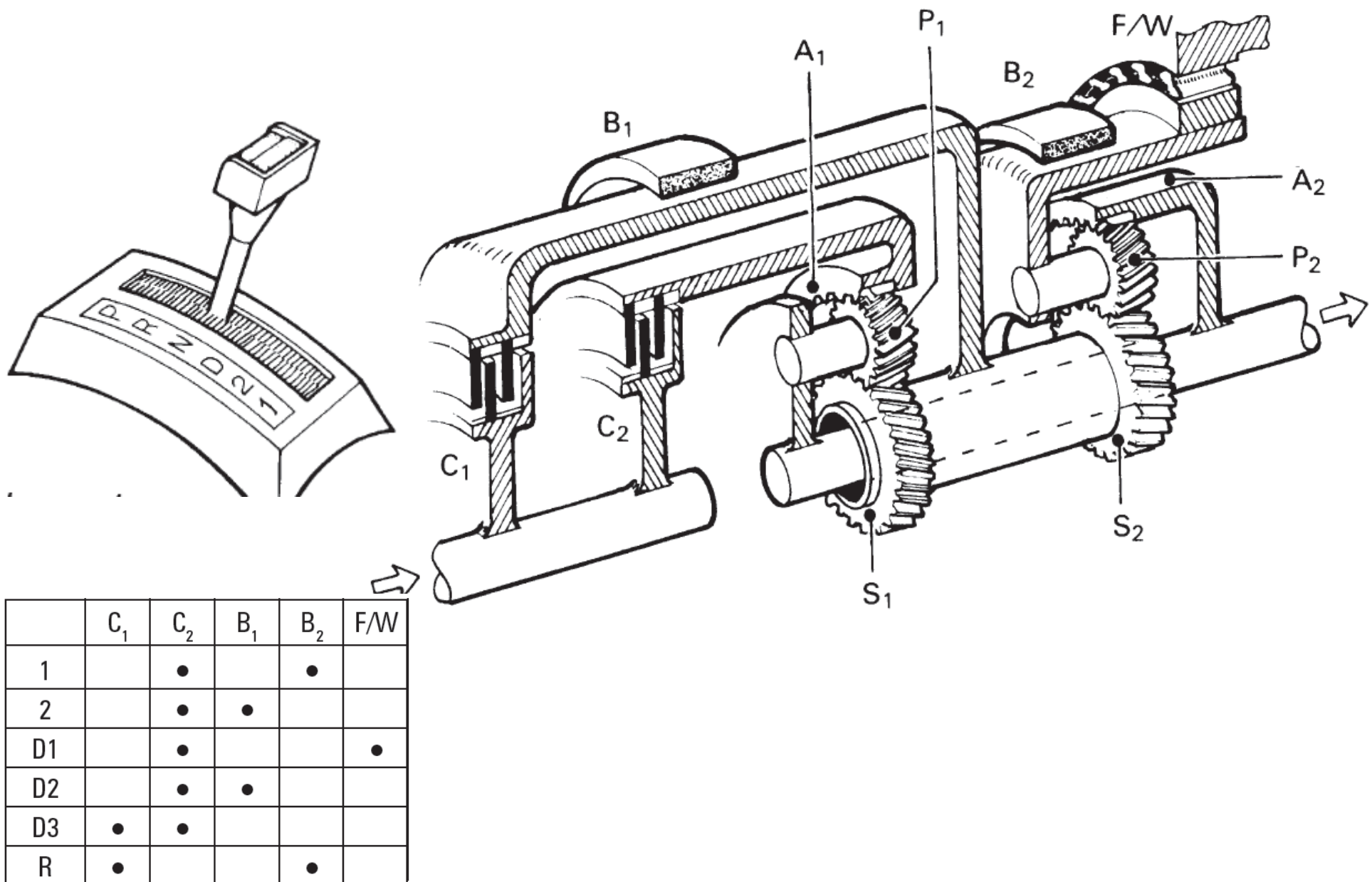


jednosmerna spojnica

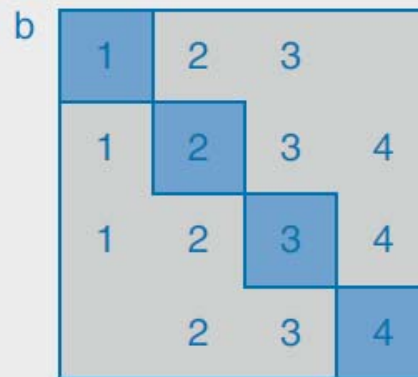
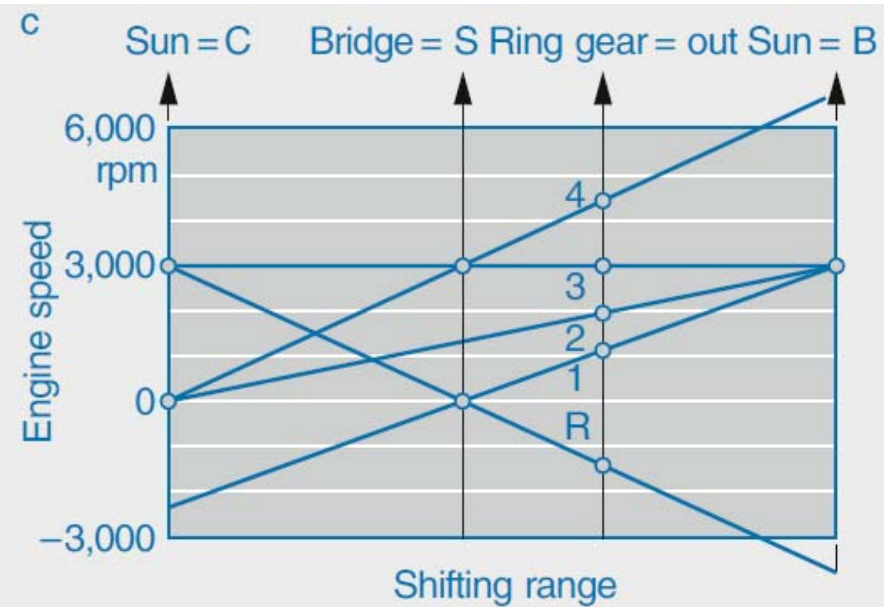
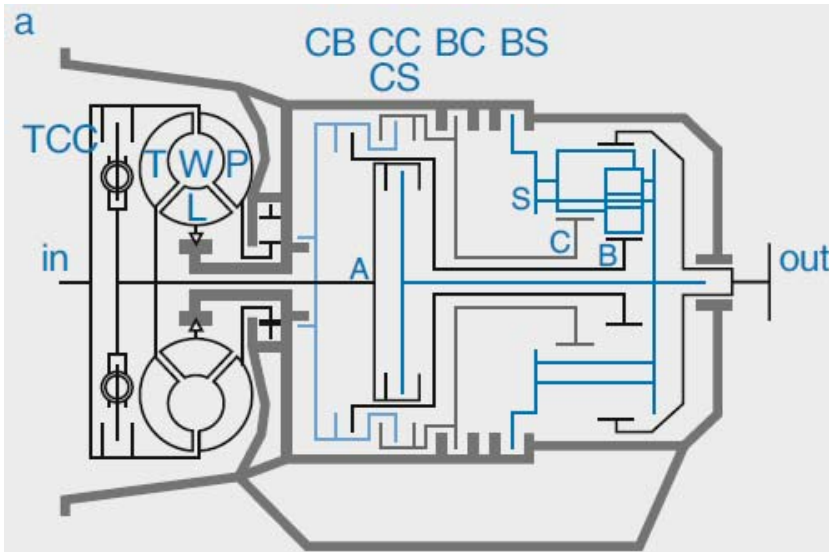
Elementi automatskog menjača – hidraulički blok



Automatski menjač – stepen prenosa



Automatski menjač – stepen prenosa



Gear steps with simple gearshifts

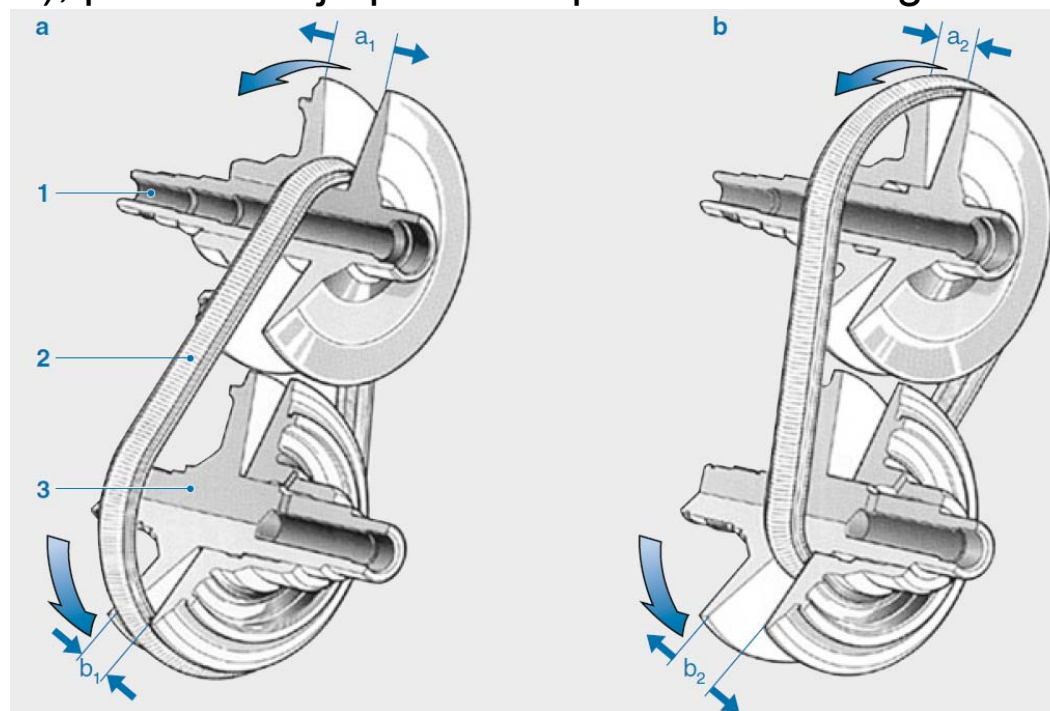
Gear	CC	CS	CB	BS	BC	i_{tot}
R						-2.550
N						
1						2.800
2						1.508
3						1.000
4						0.718

Kontinualni menjački prenosnici

Kontinualni menjački prenosnici imaju kontinualnu promenu stepena prenosa između neke maksimalne i minimalne vrednosti. Sastoje se iz pogonskog i gonjenog kaišnika i kaiša koji ih povezuje. Promena stepena prenosa obezbeđuje se promenom položaja kaiša na pogonskom, odnosno gonjenom kaišniku (koji je međusobno uslovljen konstantnom dužinom kaiša), pri čemu nije potreban prekid toka snage.

Promena stepena prenosa u odnosu na mapu specifične potrošnje goriva je bolja u odnosu na prethodne menjače. Savremenim rešenjima gubici usled klizanja su svedeni na najmanju moguću meru (pumpa za ulje troši dodatnu energiju).

Ipak, još uvek se ne primenjuju za velike obrtne momente.

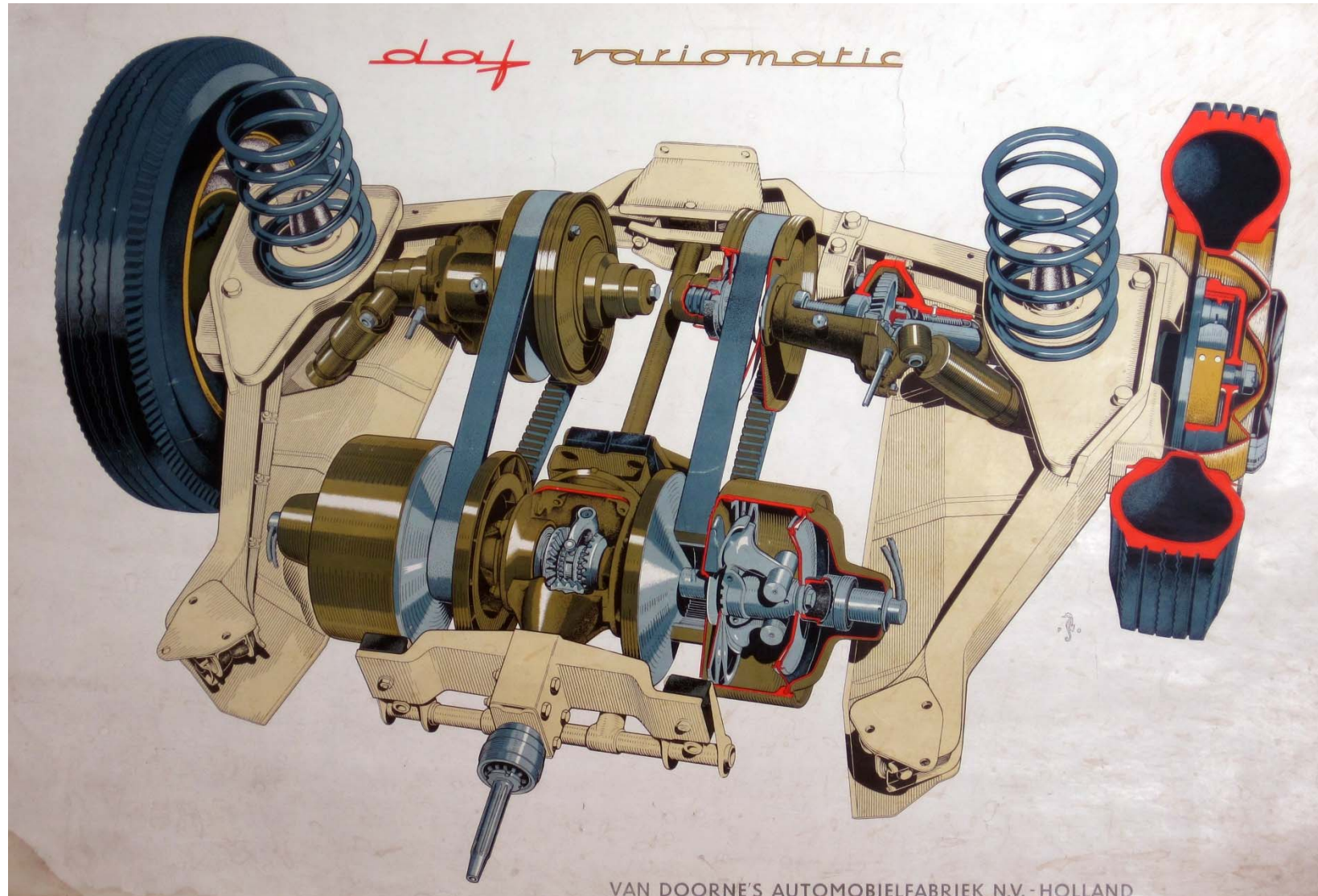


1) pogonski kaišnik; 2) kaiš; 3) gonjeni kaišnik.

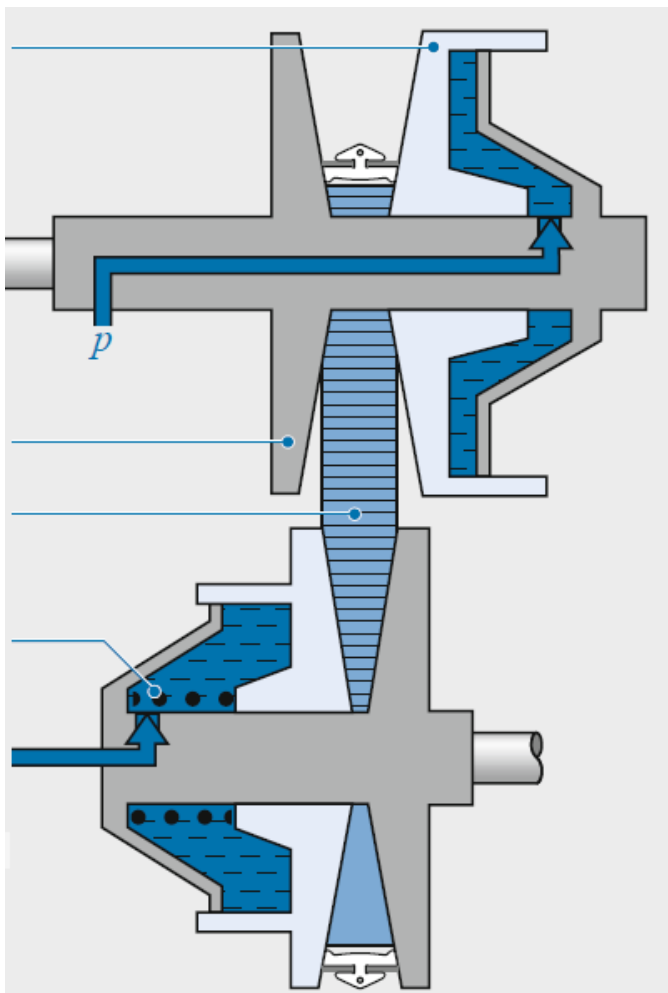
a) najveća redukcija ugaone brzine (max. obrtni moment);

b) max. brzina (min. obrtni moment)

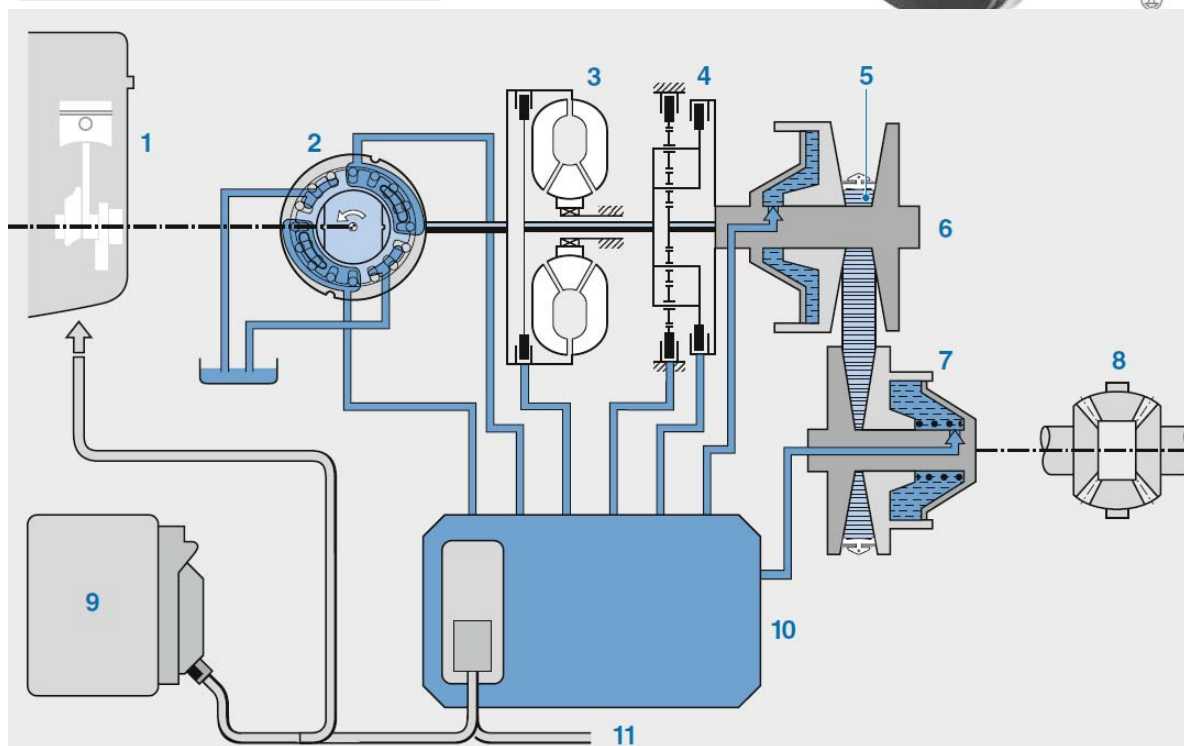
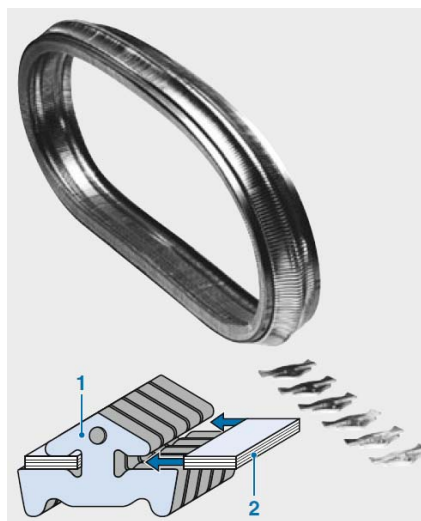
Kontinualni menjački prenosnici



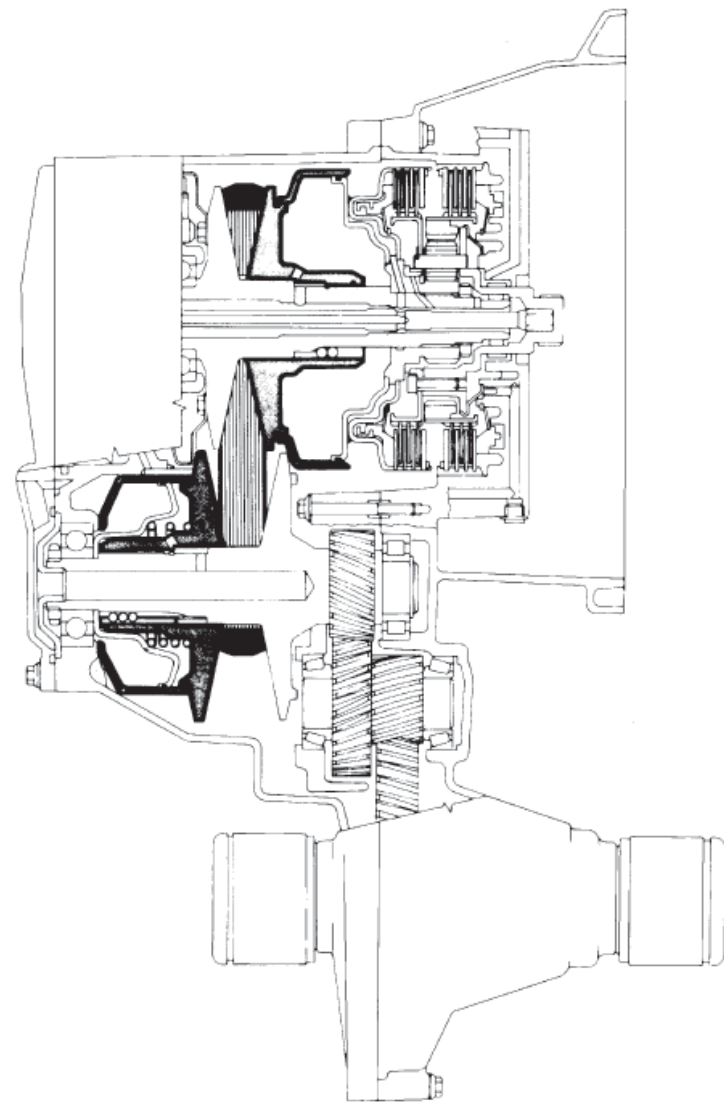
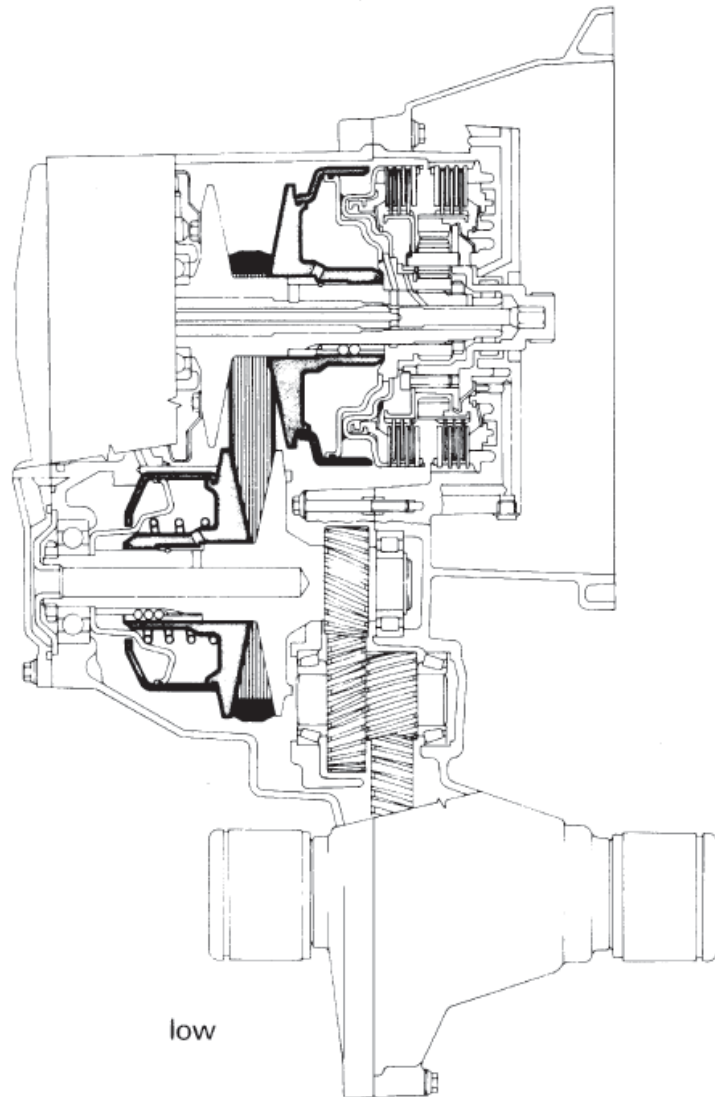
Kontinualni menjački prenosnici



Promena smeru obrtanja vrši se uz pomoć planetarnog prenosnika (4) koji ujedno obezbeđuje i dodatnu redukciju.



Kontinualni menjački prenosnici



Dopunski prenosnici snage – reduktori

Uloga reduktora je da po potrebi dodatno uvećaja obrtni moment i obično se koristi kod terenskih vozila, teretnih vozila veće prohodnosti ali i traktora. Često se nalaze u sklopu sa razvodnikom pogona.

Bočni reduktor u vidu planetarnih prenosnika smeštenih u točku najčešće se primenjuju kod teretnih vozila i autobusa (biće prikazani kod pogonskih mostova).

