

## 5. TRAKTORI

**Ključne reči:** transmisija, spojnica, tanjirasta spojnica, menjač, stepenasti menjač, sinhronizovani menjač, planetarni menjač, pogonski most, diferencijal, bočni reduktori.

**Po završetku ove teme učenici trebaju znati da:**

- Navedu najvažnije podele traktora i nabroje sklopove traktora,
- Objasne funkciju i nabroje sklopove transmisije,
- Opišu funkcionisanje tanjiraste spojnice,
- Objasne razliku i primenu jednostepene i dvostepene tanjiraste spojnice,
- Objasne funkciju i podelu menjača,
- Objasne funkciju zupčaničkog menjača sa nepokretnim osama vratila,
- Objasne princip funkcionisanja sinhronizovanog menjača,
- Objasne raspored stepena prenosa,
- Objasne funkciju i delove pogonskog mosta,
- Objasne funkciju i navedu delove diferencijala,
- Objasne funkciju i položaj bočnih reduktora.

**Traktor je osnovna vučno-pogonska jedinica u poljoprivredi.** Traktor vuče, nosi i gura radne mašine, a ujedno daje pogon radnim organima prikopčanih radnih mašina.

### 5.1. PODELA TRAKTORA

Postoji veći broj klasifikacija traktora od kojih su mnoge tokom razvoja traktora izgubile značaj pa se danas ne primenjuju.

Navodimo neke podele traktora, sa napomenom da se neke od njih kod pojedinih autora interpretiraju sa određenim razlikama.

#### **1. Podela prema građi hodnog sistema (uređaja za kretanje-kretača):**

- traktori točkaši,
- guseničari - sa metalnim gusenicama,
  - sa gumenim gusenicama,
- poluguseničari - dobijaju se adaptacijom točkaša i to:
  - a) ugradnjom posebnog pomoćnog točka između prednjeg i zadnjeg točka i stavljanjem gusenica preko zadnjeg i pomoćnog točka,
  - b) zamenom zadnjeg točka sa gusenicama (prednji točak ostaje upravljački - nezavisan).

## 2. Podela prema snazi motora

Podela traktora prema parametru snaga motora doživela je najviše izmena, obzirom na pojavu novih tipova traktora sa motorima velike snage.

Prema nominalnoj snazi motora može se prihvatiti podela traktora u sedam grupa prikazana u Tabeli 3.

**Tabela 3 - Podela traktora prema nominalnoj snazi motora (Nikolić, 2004.)**

Kategorija	Snaga kW	Namena
1	5	Motooruđa
2	5-15	Jednoosovinski traktori
3	15-30	Mini traktori
4	30-60	Laki traktori
5	60-130	Srednji traktori
6	130-260	Teški traktori
7	260+	Super teški traktori

Najveći broj radnih mašina prikopčava se za traktor preko poluga hidrauličnog podizača u tri tačke, a pogon dobija od priključnog vratila traktora (PTO). U ovom slučaju je od značaja kategorija hidrauličnog podizača i snaga na priključnom vratilu. Postoji više podela traktora prema snazi na priključnom vratilu, navodimo jednu u Tabeli 4.

**Tabela 4 - Podela traktora prema snazi na PTO, JUS ISO 730-1 (1997.)**

Snaga motora		Kategorija hidraulika
kW	KS	
48	65	I
92	125	II
80-185	109-252	III
150-350	204-476	IV

## 3. Podela traktora prema nominalnoj vučnoj sili

Nominalna vučna sila je jedan od najvažnijih parametara pri izboru i nameni traktora. Nominalna vučna sila se realizuje pri nominalnoj snazi motora, uz najpovoljniji koeficijent iskorišćenja snage.

Prema D. Obradoviću (1980.) traktori su podeljeni prema nominalnoj vučnoj sili u osam kategorija: 7, 10, 15, 20, 30, 40, 60 i 90 (kN).

Standard GOST (ruski) svrstava traktore u deset kategorija: 2, 6, 9, 14, 20, 30, 40, 50, 60 i 80 (kN).

Neki autori ovome dodaju i kategoriju traktora od 100 kN, a neki i dodatne tri kategorije od 100, 150 i 200 kN.

## 4. Podela prema koncepciji izrade (pogona)

- traktori 4x2 - dvoosovinski traktori sa pogonom na zadnje točkove, manje snage, uglavnom za manje posede,

- traktori 4x4 S - standardni dvoosovinski traktori sa pogonom na sve točkove, prednji točkovi su manjih dimenzija,
- traktori 4x4 K - kompaktni dvoosovinski traktori sa pogonom na sve točkove, točkovi su istih dimenzija pa je raspodela mase na prednje i zadnje točkove 50:50, čime se postižu bolja vučna svojstva. Manji radijus kretanja se postiže upravljanjem na sve točkove. Kod nekih traktora se kabina može pomerati, kao i volan i sedište. Uglavnom su većih snaga.
- traktori 4x4 Z - zglobni traktori, pogon na sve točkove. Točkovi su istih dimenzija. Raspodela mase na prednji i zadnji most je u odnosu 60:40. Mogu biti sa udvojenim točkovima (za teže radove, npr. tanjiranje i sl.),
- traktori guseničari.

### **5. Podela prema broju osovine**

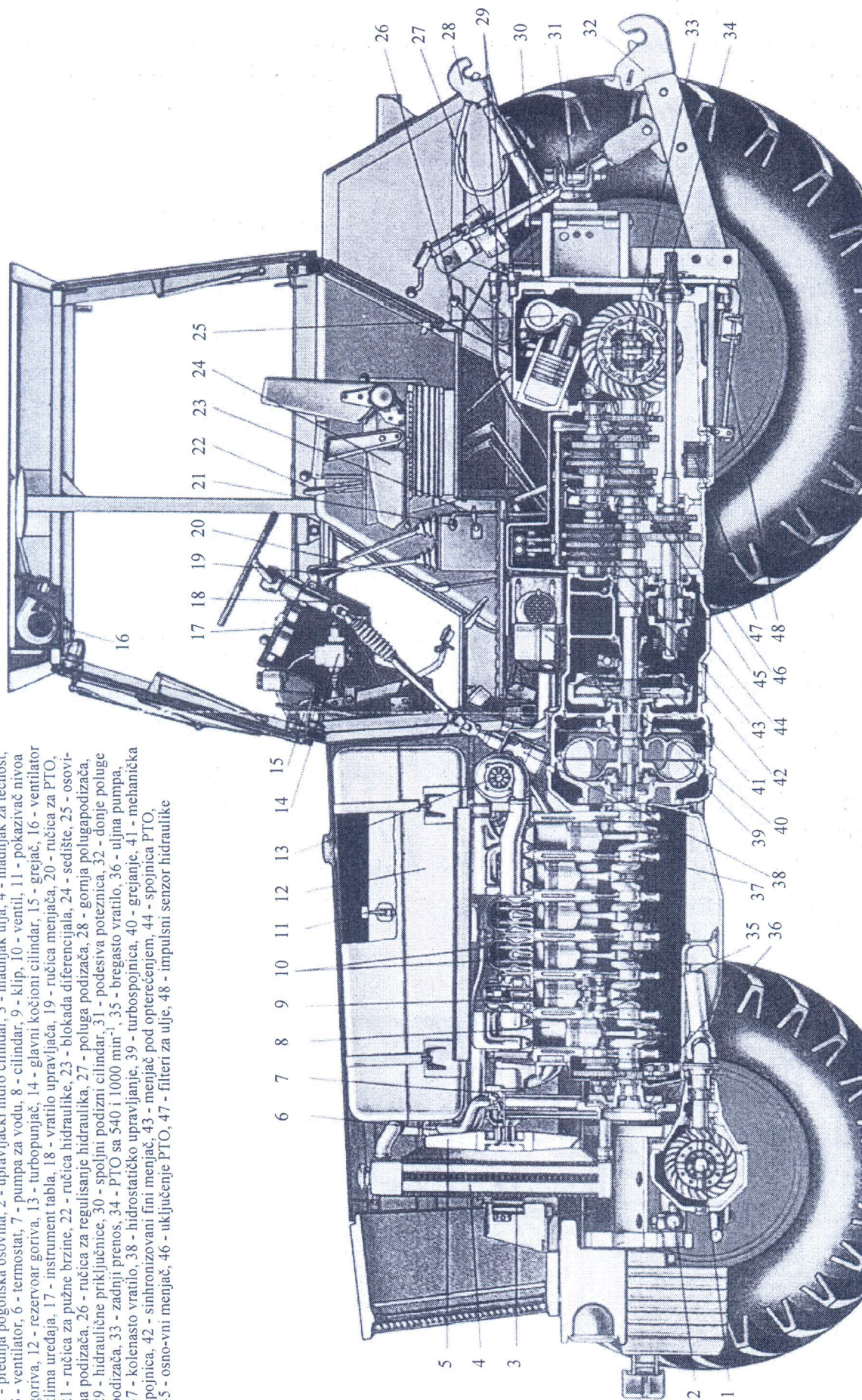
- dvoosovinski traktori - uglavnom zastupljeni,
- jednoosovinski traktori - koriste se u povrtlarskoj i voćarsko-vinogradarskoj proizvodnji,
- tricikl traktori - koriste se uglavnom u negovanju useva. Prednji točkovi su skupljeni ili imaju jedan prednji točak.

### **6. Podela traktora prema nameni**

- traktori osnovne (opšte) namene - uglavnom su veće snage. Koriste se za izvođenje osnovnih (u pravilu težih) poljoprivrednih radova: uređenje zemljišta, podrivanje, oranje, tanjiranje, priprema zemljišta kombinovanim oruđima i sl.,
- univerzalni traktori - koriste se za veći broj poljoprivrednih radova (najviše u ratarstvu) kao što su setva i sadnja, đubrenje, zaštita useva, međuredna obrada, spremanje sena, transport i dr.
- specijalni traktori - prilagođeni su za rad u specifičnim uslovima, npr. u voćarstvu i vinogradarstvu, rad u brdskim uslovima i sl. U traktore specijalne konstrukcije mogu se svrstati i traktori nosači oruđa i mobilni mostovi. Traktori nosači oruđa se uglavnom koriste za izvođenje složenih radnih operacija pri setvi i sadnji, zaštiti i negovanju useva, ali i pri ubiranju plodova. Radni organi se mogu postaviti (prikopčati) pozadi, frontalno, između prednje i zadnje osovine ili se mogu nositi.

Pored napred navedenih podela postoje i druge.

1 - prednja pogonska osovina, 2 - upravljački hidro cilindar, 3 - hladnjak ulja, 4 - hladnjak za tečnost, 5 - ventilator, 6 - termostati, 7 - pumpe za vodu, 8 - cilindar, 9 - klip, 10 - ventil, 11 - pokazivač nivoa goriva, 12 - rezervoar goriva, 13 - turbopunjač, 14 - glavni kočioni cilindar, 15 - grejač, 16 - ventilator klima uređaja, 17 - instrument tabla, 18 - vratilo upravljača, 19 - ručica menjača, 20 - ručica za PTO, 21 - ručica za pužne brzine, 22 - ručica hidraulike, 23 - blokada diferencijala, 24 - sedišta, 25 - osovinu podizača, 26 - ručica za regulisanje hidraulike, 27 - poluga podizača, 28 - gornja polugapodizača, 29 - hidraulične priključnice, 30 - spoljni podizni cilindar, 31 - podesiva poteznica, 32 - donje poluge podizača, 33 - zadnji prenos, 34 - PTO sa 540 i 1000 min<sup>-1</sup>, 35 - bregasto vratilo, 36 - uljna pumpa, 37 - kolenasto vratilo, 38 - hidrostatičko upravljanje, 39 - turbosopojnica, 40 - grejanje, 41 - mehanička spojnica, 42 - sinhronizovani fini menjač, 43 - menjač pod opterećenjem, 44 - spojnica PTO, 45 - osno-vni menjač, 46 - uključenje PTO, 47 - filteri za ulje, 48 - impulsni senzor hidraulike



Slika 176 - Uzdužni presek traktora

## 5.2 KONSTRUKCIJA TRAKTORA

Traktor, u principu, ima sledeće osnovne sklopove (sisteme, uređaje):

1. Osnovna noseća konstrukcija (ram, šasija),
2. Motor,
3. Transmisija,
4. Hodni sistem (uređaj za kretanje),
5. Sistem (uređaj) za kočenje,
6. Sistem (uređaj) za upravljanje,
7. Hidraulični uređaj,
8. Kontrolno-upravljački sistem,
9. Električni uređaji,
10. Dopunski uređaji.

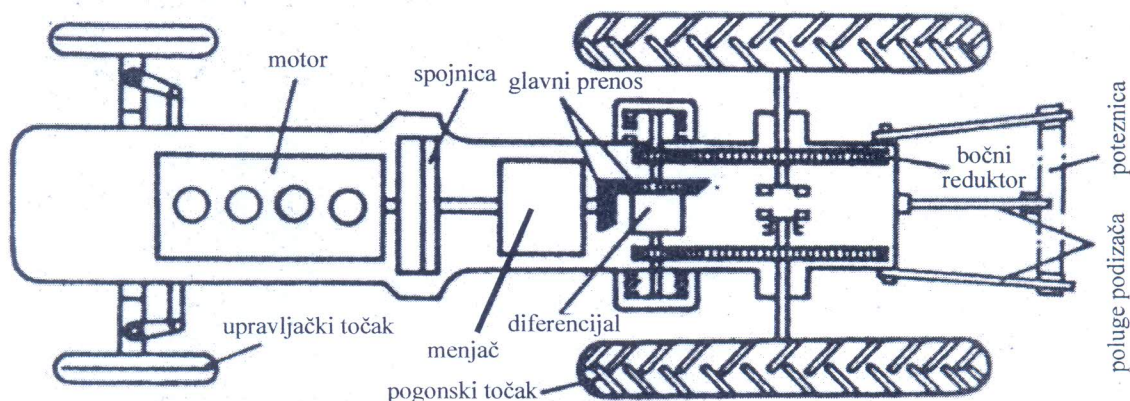
### 5.3. TRANSMISIJA TRAKTORA

Zadatak transmisije je da prenese snagu, odnosno obrtni moment od motora na pogonske točkove traktora (zadnje ili zadnje i prednje), kao i na izvodno-priključno vratilo za pogon mehanizama radnih mašina i pogon dodatnih sistema na traktoru.

Pored ovog, važan zadatak transmisije, naročito na poljoprivrednim traktorima, je da izvrši takav prenos snage na pogonske točkove kojim se obezbeđuje potrebna brzina kretanja traktora. Brzina kretanja agregata (traktora i radnih mašina) pri izvođenju najvećeg broja radnih operacija u poljoprivredi (ratastvu) kreće se u granicama od 4-12 km/h, što transmisija treba da obezbedi. Pri ovome se nastoji da se postigne što racionalniji rad traktora, odnosno što veći učinak uz što manju potrošnju goriva.

Transmisija traktora se sastoji od:

- spojnice,
- menjačkog prenosnika (menjača),
- glavnog prenosnika,
- diferencijalnog prenosnika (diferencijala),
- završnog prenosa,
- prenosa pogona na PTO.



*Slika 177 - Osnovna struktura sklopova transmisije traktora točkaša*

### 5.3.1. SPOJNICA (kvačilo)

Osnovna funkcija spojnice (glavne spojnice) je da izvrši postepeno uključivanje i isključivanje veze, odnosno prenosa snage između motora i ostalih delova transmisije pri pokretanju i zaustavljanju traktora, kao i pri promeni stepena prenosa i smeru kretanja traktora.

Pored ovog osnovnog zadatka spojnica obavlja:

- zaštitu motora i transmisije od preopterećenja i
- prigušivanje oscilacija obrtnog momenta.

Prema građi i principu funkcionisanja spojnice mogu biti:

- mehaničke - frikcionne,
- hidrodinamičke i
- elektromagnetne.

Na traktorima su najviše zastupljene frikcionne, a manje hidrodinamičke spojnice.

Prema obliku površine trenja frikcionne spojnice kod traktora su uglavnom tanjiraste (diskosne).

Na traktorima su uglavnom zastupljene tanjiraste (diskosne) frikcionne spojnice sa jednim ili dva diska (tanjira), a kod nekih savremenih traktora spojnice sa većim brojem diskova ili lamela, tzv. višamelaste spojnice potopljene u ulju.

Manji broj traktora snabdeven je hidrodinamičkom spojnicom.

#### 5.3.1.1. Tanjirasta (diskosna) spojnica

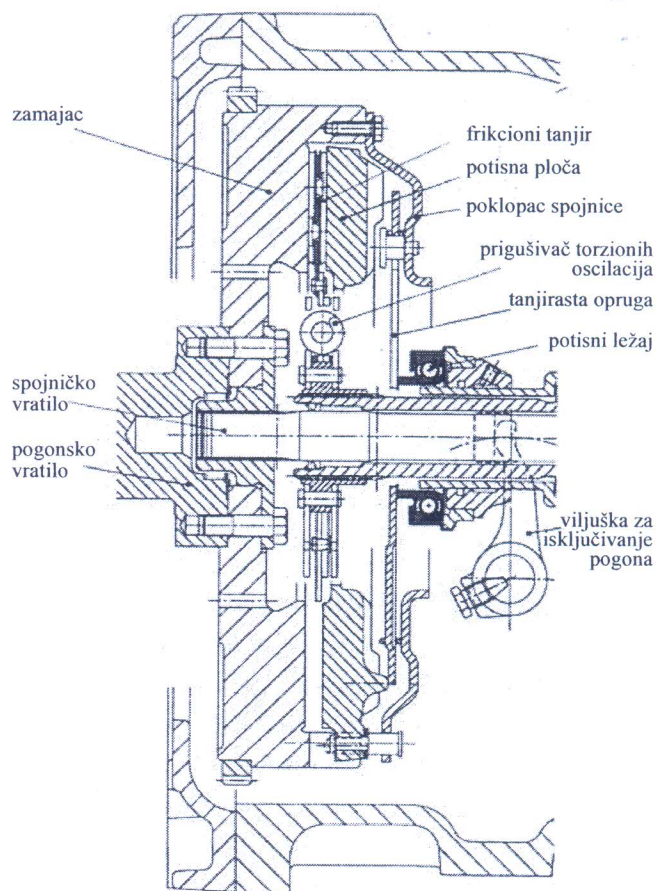
Tanjirasta ili diskosna spojnica može biti jednostepena i dvostepena. Ova spojnica je stalno uključenog tipa.

Jednostepena tanjirasta spojnica je prikazana na slici 178, osnovni delovi su: frikcioni disk (tanjir, ploča), potisna ploča (tanjir), opruge, poklopac (korpa ili zvono) spojnice, dvokrake poluge (prsti), potisni ležaj i komandni mehanizam.

Frikcioni disk je postavljen na izljubljenom delu spojničkog vratila (ovo vratilo sa druge strane ulazi u kućište menjača) i uzdužno je pokretan, sa obe strane frikcionog diska postavljene su frikционе obloge.

Poklopac ili zvono (korpa) spojnice vijećima je učvršćen uz zamajac tako da zajedno sa njim pravi obrtno kretanje (kao i potisna ploča). Pritisne opruge su postavljene između potisne ploče i poklopca spojnice.

Funkcionisanje spojnice: u uključenom (radnom) položaju pritisne opruge pritiskom uspostave vezu između frikcionog diska i



Slika 178 - Jednostepena tanjirasta spojnica

zamajca pa se na površinama trenja između diska i zamajca sa jedne, i diska i pritisne ploče sa druge strane stvara moment trenja, usled čega se obrtni moment sa zamajca preko diska prenese na spojničko vratilo (i dalje na menjač).

Dejstvom na komandni mehanizam (pritiskom na pedalu spojnice) potisni ležaj pritiska dvokrake poluge (prsten), koje povlače potisnu ploču, odmičući je od diska (oslobode ga), pri čemu sabijaju pritisne opruge. Pošto je frikcion disk slobodan, nema normalne sile, prekida se trenje i prenos pogona sa zamajca na spojničko vratilo. Traktor koji se kretao postepeno se zaustavlja (usled otpora kretanja). Ako je traktor pri kretanju davao i pogon na radnu mašinu preko PTO, isključenjem spojnice traktor se zaustavlja, a prekida se i pogon na radnu mašinu.

Ako u uključenom (radnom) položaju spojnice dođe do preopterećenja, odnosno vrednost obrtnih momenata na spojnici pređe vrednost maksimalnog momenta trenja, dolazi do klizanja na površinama trenja (proklizavanje spojnice), čime se prekida prenos pogona. Na ovaj način spojnica obezbeđuje zaštitu motora i transmisije od preopterećenja.

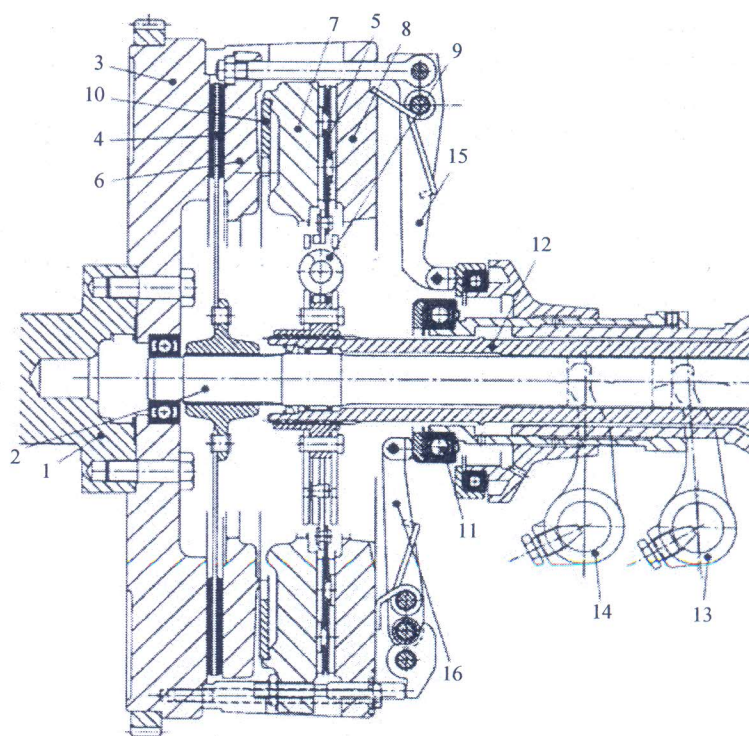
Frikcioni disk se može izrađivati kao elastični i kruti, a može biti sa torzionim prigušivačima ili bez njih. Torzioni prigušivači imaju zadatak da spreče, odnosno ublaže ugaone oscilacije, koje nastaju kao posledica neravnomernosti obrtnog momenta motora. Izrađeni su u obliku opružnih elemenata - torzione, pločaste ili gumene opruge.

Potisna ploča treba, dejstvom pritisknih opruga, da ostvari normalnu silu na frikcion disk. Izrađuje se od specijalnog liva, sa dobrim frikcionim osobinama. Na strani potisne ploče, suprotno od površine trenja, nalaze se mesta za centriranje zavojnih opruga i mesta za učvršćivanje dvokrakih poluga za isključenje.

Potisni ležaj ima zadatak da pri isključivanju spojnice, aksijalnim pomeranjem, izvrši pritisak na unutrašnje krakove dvokrakih poluga, odnosno na segmente tanjiraste opruge i time omogući odvajanje potisne ploče od frikcionog diska (a time i diska od zamajca), čime se spojnica isključuje. Potisni ležaj se najčešće izrađuje kao aksijalni kuglični ležaj. U uključenom položaju spojnice potisni ležaj mora biti slobodan, odmaknut od dvokrake poluge (ili tanjiraste opruge) za 2-5 mm.

Kod traktora manje i srednje snage starije konstrukcije sa glavne spojnice pogon se razvodi na pogonske točkove traktora i istovremeno preko priključnog vratila na radnu mašinu. Isključivanjem spojnice, pritiskom na pedalu spojnice, traktor se zaustavlja a istovremeno se zaustavljaju pogonjeni mehanizmi radnih mašina, što može dovesti do neželjenih posledica. Radi toga se na ovakvim traktorima ugrađuju dvostepene (ili dvostruke, dvodiskosne) tanjiraste spojnice.

Dvostepena tanjirasta spojnica ima dva frikciona diska (ploče) i dve potisne ploče. Spojničko vratilo na kome su postavljeni frikcion diskovi je dvodelno. Unutrašnji deo vratila



1 - pogonsko vratilo, 2 - puno vratilo za pogon PTO, 3 - zamajac, 4 - frikcion tanjir za pogon PTO, 5 - frikcion tanjir za pogon menjača, 6 - potisna ploča pogona PTO, 7 - potisna ploča pogona menjača, 8 - potisni disk, 9 - prigušivač horizontalnih oscilacija, 10 - tanjirasta opruga, 11 - potisni ležaj, 12 - župlje vratilo za pogon kretanja, 13 - viljuška za isključenje pogona menjača, 14 - viljuška za isključenje pogona PTO, 15 - poluga za isključenje pogona PTO, 16 - poluga za isključenje pogona menjača

*Slika 179 - Dvostepena tanjirasta spojnica*

pogoni priključno vratilo, a spoljašnji (šuplji) deo prenosi pogon na menjač. Dvostepena tanjirasta spojnica je prikazana na slici 179.

Dvostepena spojnica funkcioniše u dva stepena. U prvom stepenu laganim pritiskom na pedalu spojnice (u gornjem delu njenog hoda) odvaja se potisna ploča prvog stepena od njenog diska, čime se prekida pogon na pogonske točkove i traktor zaustavlja, ali priključno vratilo i dalje daje pogon priključenoj radnoj mašini. Daljim pritiskanjem na pedalu spojnice (do kraja hoda) odvaja se potisna ploča drugog stepena od drugog frikcionog diska, čime se prekida i prenos pogona na priključno vratilo, a time i na priključenu radnu mašinu.

Upravljanje frikcionom spojnicom, odnosno njeno uključivanje i isključivanje se može obavljati prinudno i automatski.

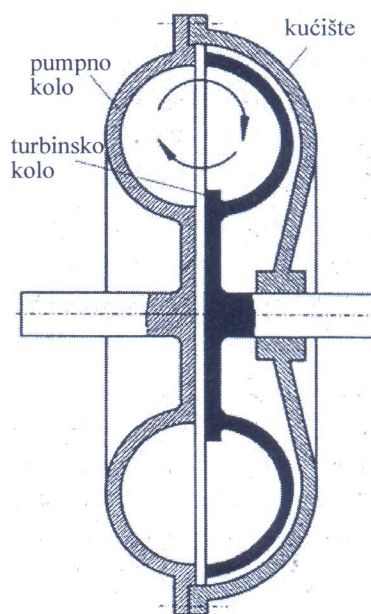
### 5.3.1.2. Hidrodinamičke spojnice

Hidrodinamička ili turbospojnica je sastavljena od dva radna kola, pumpnog i turbinskog, sa zajedničkim kućištem, koje je ispunjeno radnim fluidom, najčešće uljem određenog kvaliteta.

Pumpno i turbinsko kolo sa unutrašnje strane imaju radijalne lopatice. Građa pumpnog i turbinskog kola može biti simetrična (iste građe) i nesimetrična.

Pumpno kolo je povezano sa kolenastim vratilom motora, a turbinsko kolo sa izlaznim vratilom spojnice (i dalje sa menjačem).

Hidrodinamička spojnica funkcioniše tako što lopatice pumpnog kola zahvataju ulje i usled rotiranja mu povećavaju brzinu strujanja, pri čemu se mehanička energija motora pretvara u kinetičku energiju ulja. Ulje se iz pumpnog kola prebacuje u turbinsko, trenjem o lopatice ulje usporava, odnosno kinetička energija ulja se ponovo pretvara u mehaničku energiju turbinskog kola. Broj obrtaja turbinskog kola je nešto manji od broja obrtaja pumpnog kola, što se objašnjava klizanjem spojnice.



Slika 180 - Šema hidrodinamičke spojnice

### 5.3.2. MENJAČKI PRENOSNIK (Menjač)

Osnovne funkcije menjača (menjačkog prenosnika, pretvarača obrtnog momenta) su:

- promena prenosnog odnosa, a time i brzine kretanja,
- promena smera kretanja,
- omogućava rad motora na mestu (motor radi, traktor stoji).

Promenom brzine kretanja menjaju se vučne karakteristike traktora, odnosno obrtni moment na pogonskim točkovima i vučna sila potrebna za savladavanje otpora radnih mašina. Promena brzine kretanja, izborom odgovarajućeg stepena prenosa, kod traktora je posebno značajna, jer razvijena vučna sila treba biti dovoljna da savlada radni otpor priključenih radnih mašina, pri čemu se ostvarena brzina kretanja mora nalaziti u okviru najpovoljnije agrotehničke brzine, odnosno brzine koja obezbeđuje najbolji kvalitet radova.

Pored toga postavlja se zahtev da ostvarena brzina kretanja (brzina izvođenja radova) obezbeđuje najveći mogući učinak. Svakako da pri izboru brzine kretanja treba težiti da traktor radi sa najmanjom specifičnom potrošnjom goriva.

Transmisija traktora treba da obezbedi dovoljan broj stepeni prenosa, posebno u okviru agrotehnički povoljnih brzina od 4-12 km/h, da bi traktor savladao otpore radnih mašina i pri tome radio sa brojem obrtaja pri kojme je specifična potrošnja goriva što manja.

Prema principu (konceptiji) rada menjači mogu biti:

- mehanički
- hidraulični - hidrodinamički
- hidrostatički
- električni
- kombinovani.

Prema načinu promene prenosnog odnosa menjači mogu biti:

- stepenasti
- kontinualni
- kombinovani.

Prema načinu uključivanja u rad menjači mogu biti:

- sa prinudnim uključivanjem (dejstvom vozača)
- sa automatskim uključivanjem.

Prema funkciji se razlikuju:

- glavni menjački prenosnici
- dopunski menjački prenosnici - za redukciju broja obrtaja, za promenu smeru kretanje itd.

#### **5.3.2.1. Mehanički stepenasti menjači**

U trasmisijama traktora uglavnom su primenjeni mehanički zupčanički stepenasti menjači.

Prema građi i načinu funkcionisanja oni mogu biti:

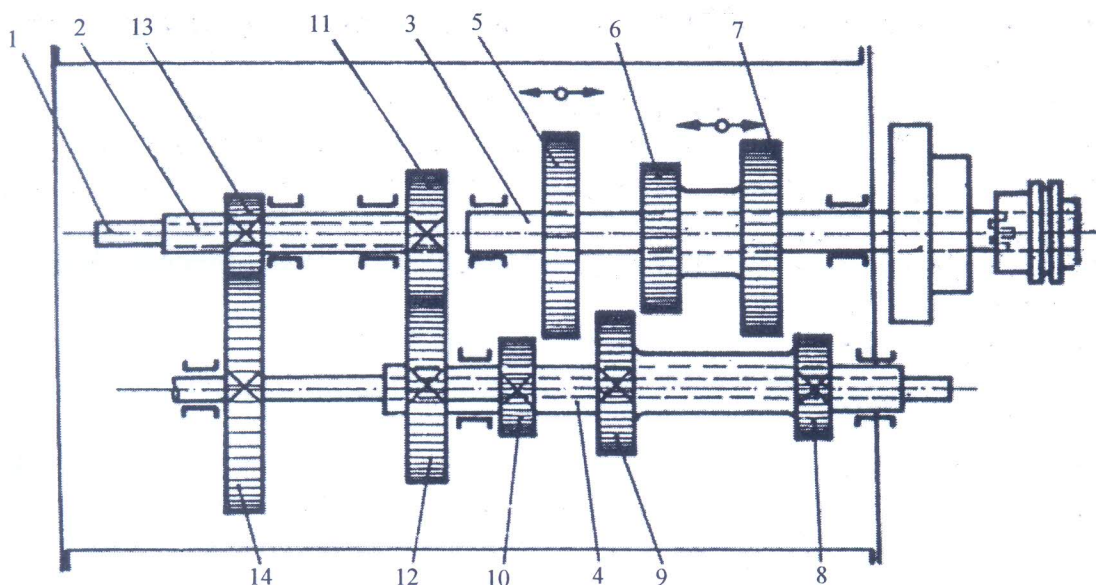
- bez sinhronizovanih stepeni prenosa
- sa sinhronizovanim stepenima prenosa
- sa promenom stepena prenosa bez prekida toka snage - pod opterećenjem - pauer šift (power shift) i to:
- delimični power shift - stepeni prenosa unutar grupe se menjaju pod opterećenjem, a grupe sa prekidom toka snage
- puni power shift - svi stepeni prenosa se menjaju pod opterećenjem.

Prema građi osnovnih elemenata zupčanički stepenasti menjači mogu biti:

- sa nepokretnim osama vratila - sa pomerljivim zupčanicima,
- sa stalno uzubljenim zupčanicima,
- sa pokretnim osama vratila (planetarni).

##### **5.3.2.1.1. Zupčanički menjači sa nepokretnim osama vratila**

Starije konstrukcije transmisija traktora imaju mehaničke stepenaste menjače sa nepokretnim osama vratila sa pomerljivim zupčanicima, dok sve novije konstrukcije ovakvih menjača su sa stalno uzubljenim zupčanicima.



1 - spojničko vratilo, 2 - šuplje vratilo, 3 - glavno vratilo menjača, 4 - pomoćno vratilo, 5, 6, 7 - zupčanici na glavnom vratilu, 8, 9, 10 - zupčanici na pomoćnom vratilu, 11, 12 - stalno uzupčeni par, 13, 14 - stalno uzupčeni par

**Slika 181 - Šema konvencionalnog zupčaničkog menjača sa nepokretnim osama vratila**

Menjač sa nepokretnim osama vratila se sastoji od menjačke kutije ili kućišta, vratila sa zupčanicima i komandnog mehanizma.

Menjač sa nepokretnim osama vratila najčešće ima tri, ređe dva vratila. To su ulazno ili pogonsko vratilo, pomoćno ili posredno i glavno ili izlazno vratilo. Najčešće postoji i posebno kratko dopunsko vratilo za hod nazad. Ulazno, često se naziva spojničko vratilo, prenosi pogon sa kolenastog vratila preko glavne spojnice. Zadnji deo ulaznog (spojničkog) vratila je uležišten u menjačkoj kutiji, ovaj deo služi i kao oslonac glavnog (izlaznog) vratila menjača. Na zadnjem delu ulaznog vratila postavljen je zupčanik (obično izrađen izjedna sa vratilom) zupčastog para za pogon pomoćnog (posrednog) vratila.

Na prednjem delu pomoćnog vratila nalazi se gonjeni zupčanik fiksnog zupčastog para za pogon pomoćnog vratila. Iza njega su postavljeni zupčanici za promenu stepena prenosa. Ovi zupčanici su fiksni, a mogu biti izrađeni izjedna (u bloku) ili pojedinačni i za vratilo učvršćeni klinovima (zupčanici nižih stepena prenosa - manji mogu biti izrađeni izjedna sa vratilom).

Glavno (izlazno) vratilo menjača je ožljebljeno i na njemu je postavljen određeni broj pomerljivih zupčanika sa pravim ili evolventnim zupcima (iste zupce imaju zupčanici na pomoćnom vratilu). Pomeranje zupčanika duž vratila se vrši viljuškama komandnog mehanizma. Zadnji deo glavnog vratila menjača izlazi izvan menjačke kutije i nosi konusni zupčanik glavnog prenosa, ako je glavni prenos postavljen uz menjač (često kod traktora) ili se na njega spaja zglobno vratilo za prenos pogona na glavni prenos.

Osnovni (glavni) menjač poljoprivrednih traktora može imati 3-6 stepeni prenosa (od čega je jedan direktni) za hod napred i jedan za hod nazad.

Promena stepena prenosa predstavlja promenu prenosnog odnosa parova zupčanika u menjaču. Prenosni odnos se označava kao odnos broja zubaca gonjenog (vođenog) i pogonskog (vodećeg) zupčanika:

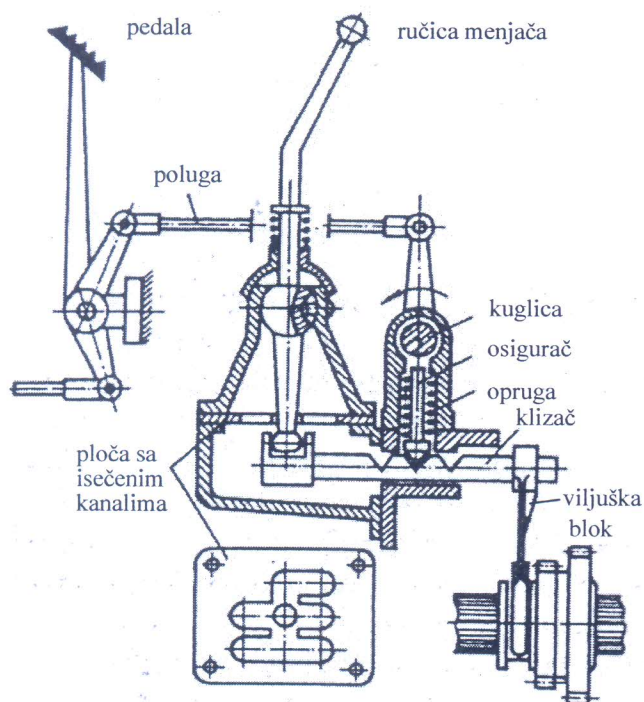
$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \quad \begin{array}{l} Z_1 = \text{broj zubaca pogonskog zupčanika} \\ Z_2 = \text{broj zubaca gonjenog zupčanika} \end{array}$$

Pošto je najčešće u menjaču u svakom stepenu prenosa uključeno najmanje dva para zupčanika, to će prenosni odnos biti

$$i = \frac{Z_2}{Z_1} \cdot \frac{Z_4}{Z_3}$$

Najveći prenosni odnos se ostvaruju pri najnižem stepenu prenosa, kada se dobija najmanja brzina kretanja.

Nedostatak menjača sa pomerljivim zupčanicima je što se pri promeni stepena prenosa traktor mora zaustaviti, odnosno zupčanici se moraju umiriti, u protivnom dolazi do loma zubaca zupčanika.



*Slika 182 - Komandni mehanizam menjača*

Pri promeni stepena prenosa polugom menjača preko klizača se deluje na viljušku koja kandžastu spojnicu aksijalno pomera po ožljebljenom delu vratila primiče određenom zupčaniku, zupci kandži spojnice i zupčanika se uzupčuju pa se zupčanik počinje okretati zajedno sa spojnicom, a time i sa glavnim vratilom, odnosno ostvarena je veza između pomoćnog i glavnog vratila preko određenog para zupčanika. Time je uspostavljen određeni stepen prenosa.

Nedostatak ovakvog menjača sa kandžastom spojnicom je takođe potreba da se obodne brzine spojnice i zupčanika izjednače.

Kod većine savremenih traktora sa mehaničkim stepenastim menjačima sa nepokretnim osama vratila primenjuju se menjači sa sinhro spojnicom, odnosno sa posebnim sinhronizatorom - uređajem za izjednačavanje ugaonih brzina zupčanika spojnice i slobodnog zupčanika na glavnom vratilu.

U principu sinhro spojnica je kombinovana frikciono zupčasta (kandžasta) spojnica. Frikcioni deo spojnice služi za izjednačavanje ugaonih brzina prenosnih elemenata, a zupčasti deo za prenos pogona. Frikciono - zupčasta sinhro spojnica je postavljena na ožljebljenom

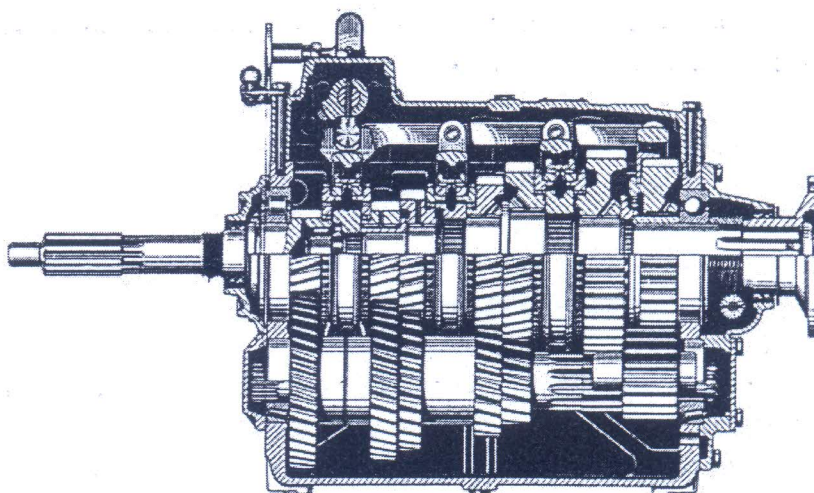
Zbog toga većina današnjih traktora ima menjače sa stalno uzubljenim zupčanicima. Kod menjača sa stalno uzubljenim zupčanicima zupčanici na pomoćnom vratilu su iste građe kao kod prethodnog tipa menjača. Zupčanici na glavnom vratilu se slobodno okreću u ležajima, a postavljeni su na glatkom delu glavnog vratila. Između zupčanika na ožljebljenom delu vratila postavljene su kandžaste spojnice. Na bočnoj strani spojnice izrađene su kandže, a iste takve kandže su izrađene i na bočnoj strani slobodnih zupčanika na glavnom vratilu. Spojnica se obično izrađuje kao dvostruka, odnosno ima kandže sa obe bočne strane, tako da uključuje dva stepena prenosa. U srednjem delu spojnice izrađen je radijalni prsten, za koga je povezana viljuška komandnog mehanizma.

delu glavnog vratila. Najčešće je dvostruka, može se aksijalno pomerati po glavnom vratilu u dva smera, čime uključuje dva stepena prenosa.

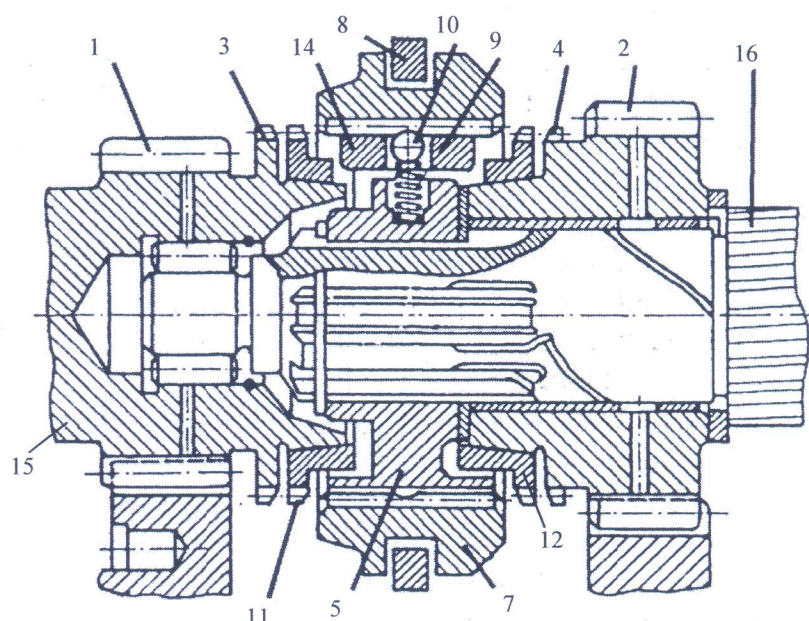
Frikciono zupčasta sinhro spojnica se sastoji od tela ili glavčine, koje je postavljeno na ožlebljenom delu glavnog vratila. Na spoljnoj površini tela spojnice izrađeni su zupci. Na telu spojnice nalazi se uključno-isključni prsten, koji sa unutrašnje strane ima ozubljenje, zupci su istog modula kao zupci na telu spojnice. Na obodu uključnog prstena izrađen je radijalni žleb u koga ulazi viljuška komandnog uređaja menjača. Na unutrašnjoj, ozupčenoj površini izveden je prstenasti kanal u koga pod pritiskom opruge ulazi kuglica fiksatora. Fiksator sprečava nekontrolisano aksijalno pomeranje uključnog prstena, a time uključivanje stepena prenosa. Sa obe strane tela spojnice (kod najčešće dvostruke spojnice) postavljeni su sinhronizacioni prstenovi. Unutrašnja površina im je izvedena konusno, a sa spoljne strane imaju zupčasti venac, čiji zupci se uzupčuju sa unutrašnjim zupcima uključnog prstena.

Istovremeno zupčanici na glavnom vratilu sa bočne strane imaju zupčasti venac (izveden izjedna sa zupčanicom) i ispus (produžetak) sa spoljnom konusnom površinom.

Funkcionisanje sinhro spojnice - promena stepena prenosa: spojnica se uključuje, menja stepen prenosa polugom glavnog menjača, koja deluje na odgovarajuću viljušku, a ova pomera uključnoisključni prsten na jednu ili drugu stranu. Time se pomera prsten za sinhronizaciju prema odgovarajućem zupčanicu, pa počinje trenje između unutrašnje konusne površine prstena i spoljne konusne površine ispusta zupčanika.



*Slika 183 - Zupčanički menjač sa stalno ozubljenim zupčanicima - sinhronizovan*



1, 2 - zupčanici, 3, 4 - zupčasti venci, 5 - glavčina spojnice, 6 - žlebovi spojnice, 7 - klizač, 8 - prstenasti žleb za viljušku, 9 - opruga, 10 - kuglica, 11, 12 - inercijalni prstenovi, 13 - urezi inercijalnog prstena, 14 - pločice, 15 - ulazno vratilo, 16 - vratilo menjača

*Slika 184 - Sinhro spojnica*

Na taj način se počinju izjednačavati obodne brzine spojnice i zupčanika, sve do potpunog izjednačavanja u momentu nasedanja konusnih površina. Tada dolazi do uzupčivavanja unutrašnjeg ozubljenja ukljućnog prstena i zupčastih venaca na sinhronizacionom prstenu i zupčanika na glavnom vratilu, čime je uspostavljena čvrsta veza, preko sinhro spojnice, između glavnog vratila i zupčanika na njemu.

### 5.3.2.1.2. Zupčanički stepenasti menjači sa pokretnim osama vratila

Menjači, odnosno prenosnici snage sa pokretnim osama vratila najčešće se nazivaju **planetarni menjači** (planetarni prenosnici snage).

Planetarni prenosnici snage mogu se koristiti kao glavni menjači (uglavnom u automatskim transmisijama), bilo odvojeni ili u kombinaciji sa zupčaničkim parovima sa nepokretnim osama vratila, ali se najviše koriste kao dopunski menjački prenosnici - brzinski i vućni prenosnici (multiplikatori i reduktori), prenosnici za odvod snage, za promenu smera kretanja i dr.

Osnovni planetarni sklop se sastoji od centralnog zupčanika (sunce) sa spoljnim ozubljenjem, zupčanika satelita (najmanje tri) i zupčastog venca (venca zupčanika) sa unutrašnjim ozubljenjem. Zupčanci sateliti su postavljeni između sunčanog zupčanika i zupčastog venca. Svaki od elemenata planetarnog sklopa može biti pogonski, gonjeni ili ukoćen, čime se može postići veći broj prenosnih kombinacija. Ukljućenje i iskljućenje pojedinih elemenata se vrši spojnica (najčešće višelamelastim) i kočnicama (najčešće trakastim).

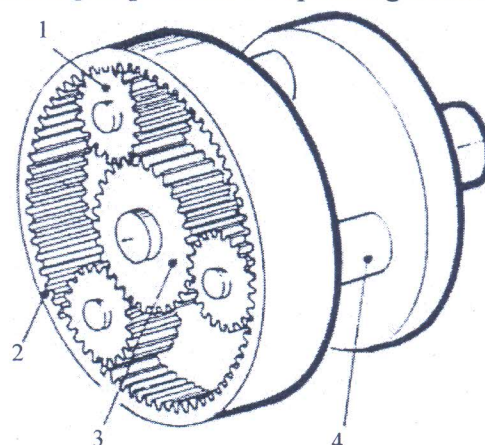
Osnovni planetarni sklop funkcioniše tako što se obrtanjem sunčanog zupčanika obrću sateliti oko svoje osi, čime pokreću zupčasti venac. Ako se zupčasti venac ukoči, sateliti se kotrljaju po unutrašnjem ozubljenju venca, odnosno sateliti će se obrtati oko svoje osi i istovremeno sa nosačem satelita oko osi vratila sunčanog zupčanika.

Postoji i direktni prenosni odnos kada su sunčani zupčanik i nosač satelita u čvrstoj vezi pomoću spojnice, čitav sklop se tada obrće kao celina, prenosni odnos je 1.

U zavisnosti od funkcionisanja pojedinih elemenata planetarnog sklopa (pogonski, gonjeni ili ukoćeni) moguće je dobiti više varijanti sa različitim prenosnim odnosima.

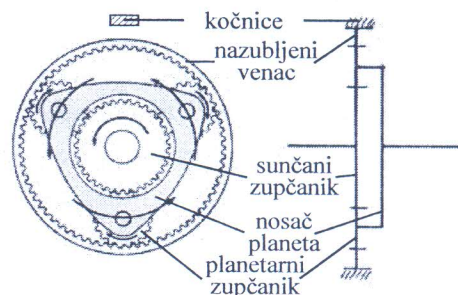
Da bi se dobio potreban veći broj stepeni prenosa, u transmisiji motornih vozila, pa i traktora primenjuju se planetarni prenosnici sa tri, četiri i više planetarnih sklopova.

Pri tome svaki element planetarnog sklopa ima određenu funkciju, da bi se realizovao potreban prenosni odnos i da se dobije povoljan stepen iskorišćenja transmisije.



1 - planetarni zupčanik, 2 - nazubljeni venac, 3 - sunčani zupčanik, 4 - nosač planeta

**Slika 185 - Osnovni planetarni sklop**



**Slika 186 - Primer funkcionisanja planetarnog sklopa**

### **5.3.2.1.3. Menjači bez prekida toka snage - (Power shift - pauer šift)**

Kod mehaničkih stepenastih menjača sa kandžastim ili sinhro spojnicama pri promeni stepena prenosa vozač glavnom spojnicom odvaja motor od transmisije. Time dolazi do usporavanja vozila i do prekida toka prenosa snage sa pogonskog motora na uređaj za kretanje i na radne organe prikopčane radne mašine. Značajno je i to što se prenosni odnos u pravilu menja pri promeni uslova rada, kada je vozač - traktorista opterećen praćenjem kvaliteta rada agregata traktor - radna mašina.

Iz navedenih i drugih razloga danas se kod većeg broja teških i srednjih traktora, a delom i kvalitetnih traktora manje snage primenjuju menjači kod kojih se promena stepena prenosa obavlja bez prekida toka snage, odnosno pod opterećenjem ili tzv. power shift menjača.

Prema građi power shift menjači su sklopovi stalno uzubljenih zupčanika sa spoljašnjim ozubljenjem ili planetarnih prenosnika ili često predstavljaju kombinaciju ovih prenosnih parova. Uključivanje određenih prenosnih parova vrši se višamelastim spojnicama potopljenim u ulju. Aktiviranje spojnice se vrši elektromagnetnim ventilima.

Prema složenosti se razlikuju delimični power shift menjači i potpuni power shift menjači. Kod delimičnih power shift menjača promena stepena prenosa pod opterećenjem se vrši u glavnom (osnovnom) menjaču, dok se u dopunskim menjačima - za izbor oblasti (npr. za teške, srednje i lake radove, za transport), za puzajuće brzine, za promenu smera kretanja i dr., stepen prenosa menja sa prekidom toka snage (pritiskom na pedal glavne spojnice).

Kod traktora više srednje i visoke kategorije primenjuju se potpuni power shift menjači, kod kojih se svi stepeni prenosa menjaju pod opterećenjem, odnosno bez prekida toka snage.

### **5.3.2.2. Bezstepeni - kontinualni menjači**

Kod stepenastih menjača izmena stepena prenosa, odnosno brzina kretanja ostvaruje se u skokovima, odnosno u stepenima, sa određenim zakonitostima. Ovakva realizacija brzina kretanja često ne zadovoljava, naročito za radne mašine, odnosno vučno-pogonske mašine kakav je traktor.

Bezstepeni ili kontinualni menjači obezbeđuju kontinualanu promenu prenosnih odnosa, čime se brzina kretanja traktora može u potpunosti prilagoditi uslovima rada. Pri tome se prenosni odnos menja bez prekida toka snage. Upravljanjem transmisijom i motorom povezano, režim rada motora je usklađen sa opterećenjem transmisije.

Prema konstrukciji i principu rada kontinualni menjački prenosnici mogu biti:

- mehanički
- hidraulični
- električni i
- kombinovani.

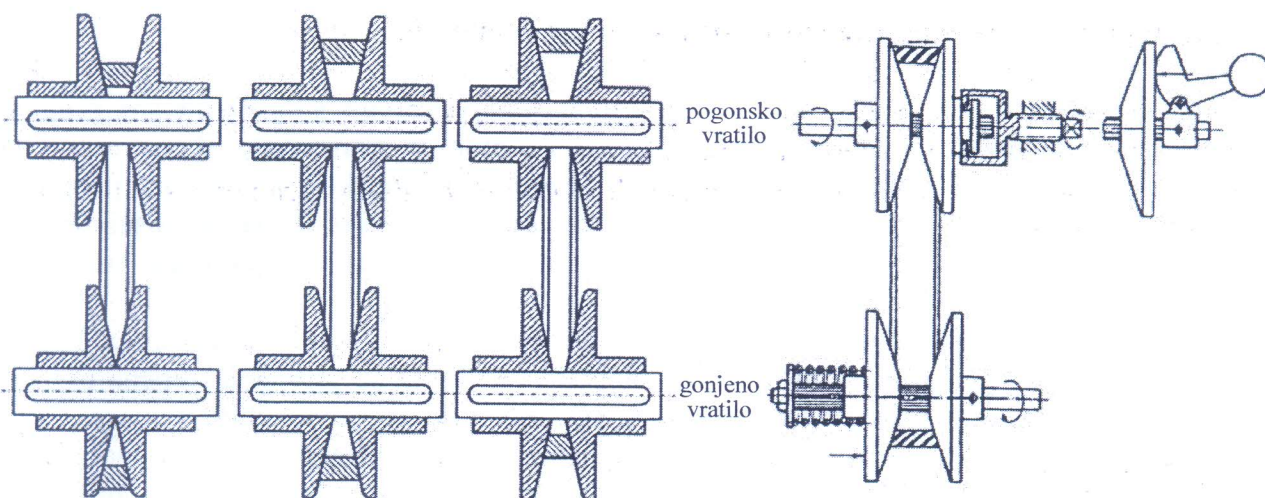
Od mehaničkih kontinualnih prenosnika primenjuju se frikcioni prenosnici.

Hidraulični prenosnici mogu biti hidrostatički, odnosno hidrostatičko-mehanički i hidrodinamički, odnosno hidrodinamičko-mehanički.

#### **5.3.2.2.1. Frikcioni menjački prenosnici**

Frikcioni menjački prenosnici primenjuju se kod manjeg broja motornih vozila, dok kod traktora nisu zastupljeni.

Uglavnom su u primeni frikcioni prenosnici sa klinastim remenima - elastičnim i metalnim.



**Slika 187 - Šema frikcionog menjačkog prenosnika**

Osnovni sklop frikcionog prenosnika sa klinastim remenom se sastoji od pogonske remenice postavljene na pogonskom vratilu, gonjene remenice, vučnog klinastog remena postavljenog na remenicama i upravljačkog mehanizma. Obe remenice imaju po dva diska, od kojih je jedan nepomičan (fiksiran), a drugi aksijalno pomerljiv.

Promena prenosnog odnosa vrši se promenom prečnika pogonske remenice, tako što se pomični disk primiće ili odmiće od nepomičnog diska. Istovremno se dejstvom remena pomera pomični disk gonjene remenice, čime se prečnik te remenice menja. Povećanjem prečnika pogonske smanjuje se prečnik gonjene remenice i obratno, čime se menja prenosni odnos.

Ovakav prenos pogona, odnosno snage, često se naziva varijatorski, sami uređaji se nazivaju varijatori, a dosta su u primeni kod samohodnih radnih mašina (kombajni).

Kod pneumatskog principa koristi se vakum iz usisne grane motora. Uz pomični disk pogonske remenice smešten je cilindar sa dve komore. Spoljna komora je spojena sa usisnom cevi motora, a unutrašnja sa atmosferom. Povećanjem broja obrtaja motora raste vakum u usisnoj cevi, što se prenosi u komoru vakuma, čime se omogućava ulazak veće količine atmosferskog vazduha, koji potiskuje pomični disk ka nepomičnom.

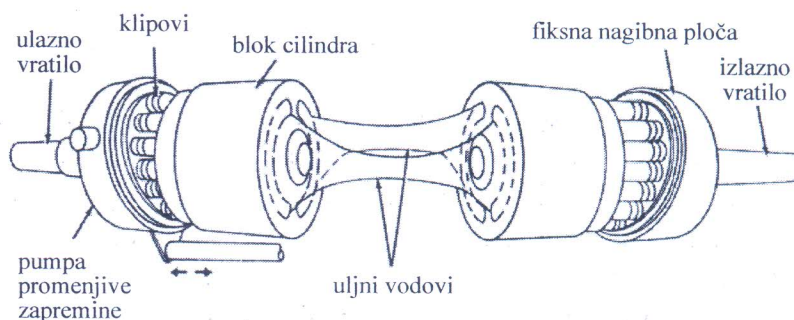
Frikcioni prenosnik omogućava bezstepenu (kontinualnu) promenu prenosnog odnosa.

#### 5.3.2.2.2. Hidrostatički i hidrostatičko - mehanički prenosnici snage

Sve 9 punkta Kod hidrostatičkog prenosa mehanička energija se na izlazu iz pogonskog motora pretvara u potencijalnu energiju fluida (obično ulja), koja se zatim (posle provođenja kroz cevi) ponovo pretvara u mehaničku energiju rotacionog kretanja (hidromotor) ili translacionog kretanja (hidraulični cilindar).

Osnovni sklopovi hidrostatičke transmisije su hidraulična pumpa, hidromotor i sprovodni elementi (cevi i creva).

Kod motornih vozila i samohodnih radnih mašina danas se uglavnom primenjuju hidrostatički prenosnici snage kod kojih se prenosni odnosi menjaju promenom protoka pumpe, odnosno ovi prenosnici imaju pumpu promenljivog protoka (zapremine) i hidromotor konstantnog protoka.



**Slika 188 - Osnovni principi hidrostatičkog pogona**

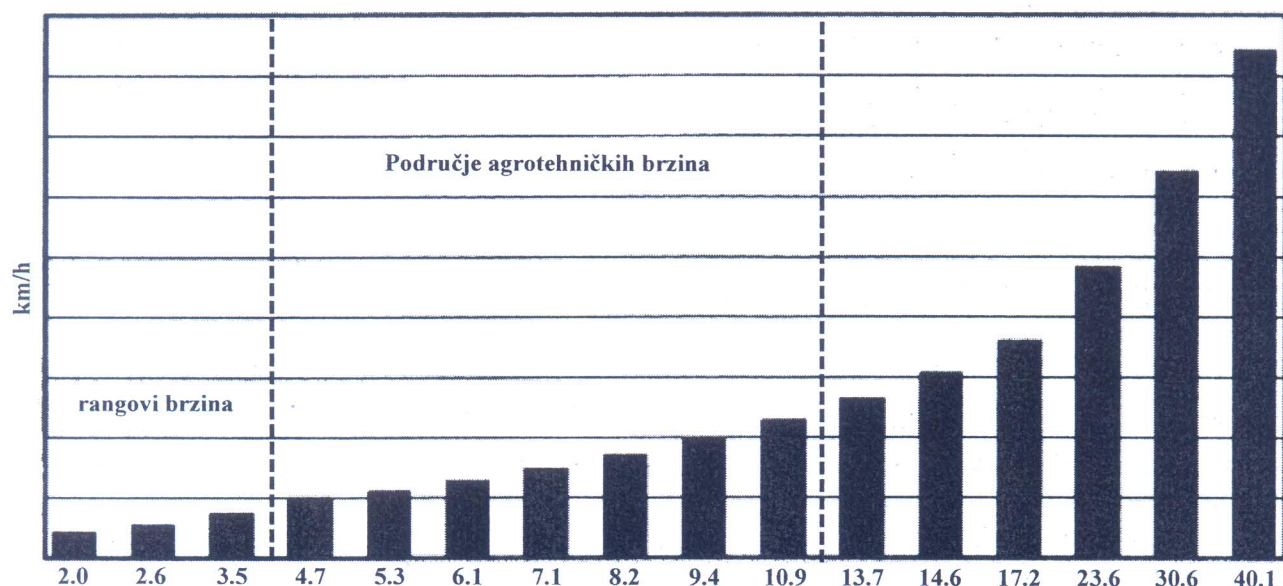
Obzirom na određene prednosti danas se na motornim vozilima (i traktorima) i samohodnim radnim mašinama više primenjuje **hidrostatičko - mehanička transmisija**, kod koje se grananjem snaga prenosi posebno kroz hidrostatički deo i posebno kroz mehanički deo, a zatim se sabira na izlaznom vratilu. Hidrostatički i mehanički deo transmisije su povezani paralelno. Mehanički deo transmisije je zupčaničkog tipa i to sa nepokretnim osama vrtila ili planetarni.

### 5.3.2.3. Izbor stepena prenosa i njihov raspored

Menjački prenosnik (menjač) traktora se obično sastoji od glavnog prenosnika (sa četiri do šest stepeni prenosa), jednog ili više dopunskih menjačkih prenosnika (sa dva do četiri stepena prenosa) i često prenosnika za reverziranje smera kretanja (stepeni prenosa za hod nazad).

Pri izboru transmisije, odnosno traktora značajan pokazatelj je broj stepeni prenosa. Utvrđeno je da poljoprivredni traktori oko dve trećine vremena rada na parceli provedu u području brzina od 4 - 12 km/h, radi čega se posebna pažnja poklanja broju i rasporedu stepena prenosa u ovom području.

Posebni zahtevi se postavljaju za rad traktora na ekonomskom dvorištu, u stočarskim objektima (česta izmena smera kretanja), a posebni za traktore sa pretežnim radom u transportu (namenjeni transportnim radovima).



*Slika 189 - Raspored stepena prenosa*

Smatra se da broj stepeni prenosa za kretanje napred treba da optimalno iznosi oko 20 - 30, a za kretanje nazad dva (ili tri) puta manje. Od ukupnog broja stepeni prenosa kod traktora namenjenog za rad na parceli oko 30 - 50 % stepeni prenosa treba da se nalazi u području brzina od 4 - 12 km/h. Kod traktora namenjenih za rad u povrtarskoj proizvodnji posebna pažnja se posvećuje broju i rasporedu stepeni prenosa za tzv puzajuće (pužne) brzine, od oko 50 (150) m/h. Za efikasno izvođenje transportnih radova korisno je povećanje maksimalne brzine na 40 km/h, odnosno na 50 km/h, sa većim preklapanjem stepeni prenosa.

Pored ukupnog broja stepeni prenosa značajan je i razmak ili korak između stepeni prenosa (pri istom broju obrtaja motora).

#### **5.3.2.4. Dopunski menjački prenosnici**

Transmisija savremenih traktora, kao što je već napomenuto, pored glavnog menjačkog prenosnika sadrži i nekoliko dopunskih prenosnika, kojima se menjaju prenosni odnosi, čime oni predstavljaju dopunske menjačke prenosnike. Ovime se omogućava izbor povoljnog režima rada u različitim uslovima rada.

U dopunske menjačke prenosnike mogu se ubrojiti prenosnici za redukciju prenosnog odnosa (ili vučni prenosnici), prenosnici za razvod snage (za pogon prednjeg pogonskog mosta), prenosnici za promenu smera kretanja, prenosnici za odvod snage i drugi.

##### **5.3.2.4.1. Prenosnici za redukciju prenosnog odnosa**

Prenosnici za redukciju prenosnog odnosa imaju funkciju da smanjivanjem brzine kretanja obezbede razvijanje veće vučne sile u težim uslovima rada, odnosno poboljšavaju vučne karakteristike traktora, radi čega se često nazivaju vučni prenosnici.

Kod savremenih traktora vučni prenosnici su najčešće postavljeni između glavne spojnice i glavnog menjača, najčešće kao planetarni, ređe sa nepokretnim osama vratila.

##### **5.3.2.4.2. Prenosnici za pogon prednjeg pogonskog mosta**

Savremeni traktori srednje (iznad 80 kW) i veće snage, a neki i manje snage, izvedeni su u koncepciji 4 x 4, svi točkovi mogu biti pogonski, odnosno sa zadnjim i prednjim pogonskim mostom. Pri tome se pogon na prednje točkove može uključivati i isključivati.

Pri obavljanju radova većim brzinama (transport) kao i pri manjim opterećenjima prednji pogonski most se isključuje. Pri radu u težim uslovima, kada se traže veće vučne sile, što se postiže povećanjem sile prijanjanja, tako da su svi točkovi pogonski, uključuje se i prednji pogon. Uključenjem prednjeg pogona obično se vrši i određena redukcija broja obrtaja, da bi se vučne sile prilagodile težim uslovima rada.

Prenosnik za pogon prednjeg pogonskog mosta kod traktorskih transmisija je često postavljen u menjačkoj kutiji, iza menjača, a ređe se nalazi u posebnoj kućištu.

Uključenje i isključenje prednjeg pogona se vrši posebnom spojnicom. Kod starijih tipova traktora i traktora manje snage spojnica se uključuje mehanički, a kod novih konstrukcija traktora uključivanje je elektrohidraulično. Time je omogućeno automatsko upravljanje uključivanja prednjeg mosta u zavisnosti od uslova rada. Prednji pogon se automatski uključuje kada senzori registruju klizanje zadnjih pogonskih točkova iznad određene vrednosti, takođe prednji pogon se automatski isključuje pri transportu, odnosno pri većim brzinama, kao i pri podizanju oruđa (okreti na uvratinama).

##### **5.3.2.4.3. Prenosnik za promenu smera kretanja**

Standardno, kod starijih tipova traktora, uključivanje se vrši prinudnim putem, ručnom polugom menjača, pri čemu se traktor zaustavi, a zatim vrši uključivanje određenog para zupčanika. Kod savremenih traktora promena smera kretanja obavlja se bez prekida toka snage, odnosno bez zaustavljanja traktora.

Prenosni odnos je najčešće tako izabran, da su brzine kretanja pri hodu nazad manje od odgovarajućih brzina za hod napred.

U zavisnosti od mesta ugradnje ovog prenosnika, broj stepeni prenosa za hod nazad može biti isti kao i za hod napred (prenosnik za hod nazad je tada obično ugrađen ispred menjača) što je pogodno za traktore za pretežne radove na ekonomskom dvorištu. Kod transmisija na traktorima prvenstveno za rad na parceli broj stepeni prenosa za hod nazad je za dva do tri puta manji od broja stepeni za hod napred, međuzupčanici za hod nazad su tada vezani za parove zupčanika određenih stepena prenosa.

#### 5.3.2.4.4. Prenosnik za puzajuće brzine

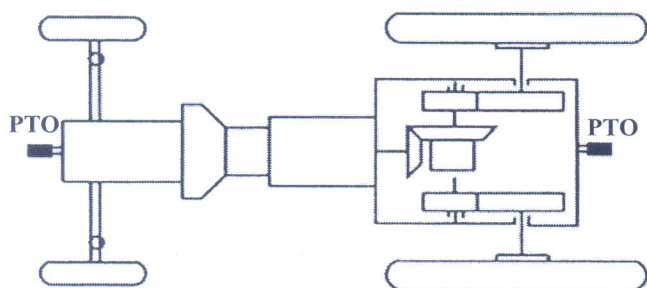
Izvođenje nekih specifičnih radova, na primer u povrtarstvu i voćarstvu obavlja se vrlo malim ili puzajućim (pužnim) brzinama, koje omogućava poseban prenosnik za puzajuće brzine (engl. creeper). One se obično kreću u granicama od oko 100 m/h do oko 1,2 km/h.

Prenosnik za puzajuće brzine je najčešće u vidu zupčaničnog para sa nepokretnim osama, a uključivanje je prinudno. Proizvođači traktora u pravilu nude opcionu ugradnju prenosnika za puzajuće brzine, za određene kategorije traktora.

#### 5.3.2.4.5. Prenosnik za pogon priključnog vratila traktora

Pored funkcije vuče traktori najčešće daju i pogon radnim organima prikopčanih radnih mašina što se ostvaruje preko priključnog vratila traktora (skraćenice PV ili PVT ili PTO - Power Take Off).

Traktori standardno imaju zadnje priključno vratilo, neki savremeni traktori uglavnom veće snage imaju i prednje, a u specifičnim slučajevima može se ugraditi i bočno priključno vratilo.



Slika 190 - Prednje i zadnje priključno vratilo

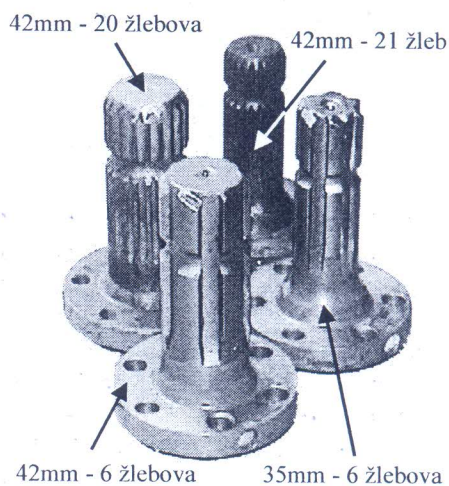
Prenos pogona na priključno vratilo traktora se može ostvariti na više načina. Kod najstarije izvedbe, traktori sa jednostepenom tanjirastom spojnicom, pogon na pogonske točkove i na PTO se uključuje istovremeno. Isključivanjem pogona vuče isključuje se i pogon na PTO, odnosno na radnu mašinu, što može imati negativne posledice.

Povoljnije je rešenje uključivanja preko dvostepene tanjiraste spojnice, jedan stepen je za pogon vuče, a drugi za pogon PTO. U obe izvedbe pogon na PTO može biti nezavisan ili preko menjača, odnosno vezan za pogon pogonskih točkova (u slučajevima kada radni organi prikopčanih mašina moraju imati broj obrtaja usklađen sa brzinom kretanja traktora).

Kod savremenih traktora prenos pogona na PTO je potpuno nezavisan od pogona vuče. Pogon na PTO se uključuje zupčastom, odnosno višelamelastom spojnicom potopljenom u ulju. Pogon na prednje PTO se uključuje posebnom spojnicom. Obično je ugrađen i prenosnik za promenu broja obrtaja PTO, a najčešće i rešenje povezivanja PTO za pogon vuče (pogon zadnjih pogonskih točkova).

Građa i broj obrtaja priključnog vratila traktora je standardizovan.

Primena pojedinih tipova PTO zavisi od snage traktora koja se prenosi preko PTO. Najčešće je u primeni PTO nazivnog prečnika 35 mm, sa 6 žlebova, koje pri nominalnom broju obrtaja motora ostvaruje maksimalno  $540 \text{ min}^{-1}$ . Za prenos većih snaga primenjuju se priključna vratila sa  $1000 \text{ min}^{-1}$ , koja imaju 21, odnosno 20 evolventnih žlebova, nazivnih prečnika 35, odnosno 42 mm.



Slika 191 - Komplet priključnih vratila

Na savremenim traktorima, naročito snage preko 50kW, ugrađuje se prenosnik koji omogućava promenu prenosnog odnosa i broja obrtaja PTO. Na nekim traktorima ugrađena su dva priključna vratila, jedno za  $540\text{min}^{-1}$ , drugo za  $1000\text{min}^{-1}$ . Kod nekih traktora omogućena je brza zamena vratila, a kod nekih postoji mogućnost brze ugradnje posebnog reduktora, za pogon radnih mašina sa različitom snagom.

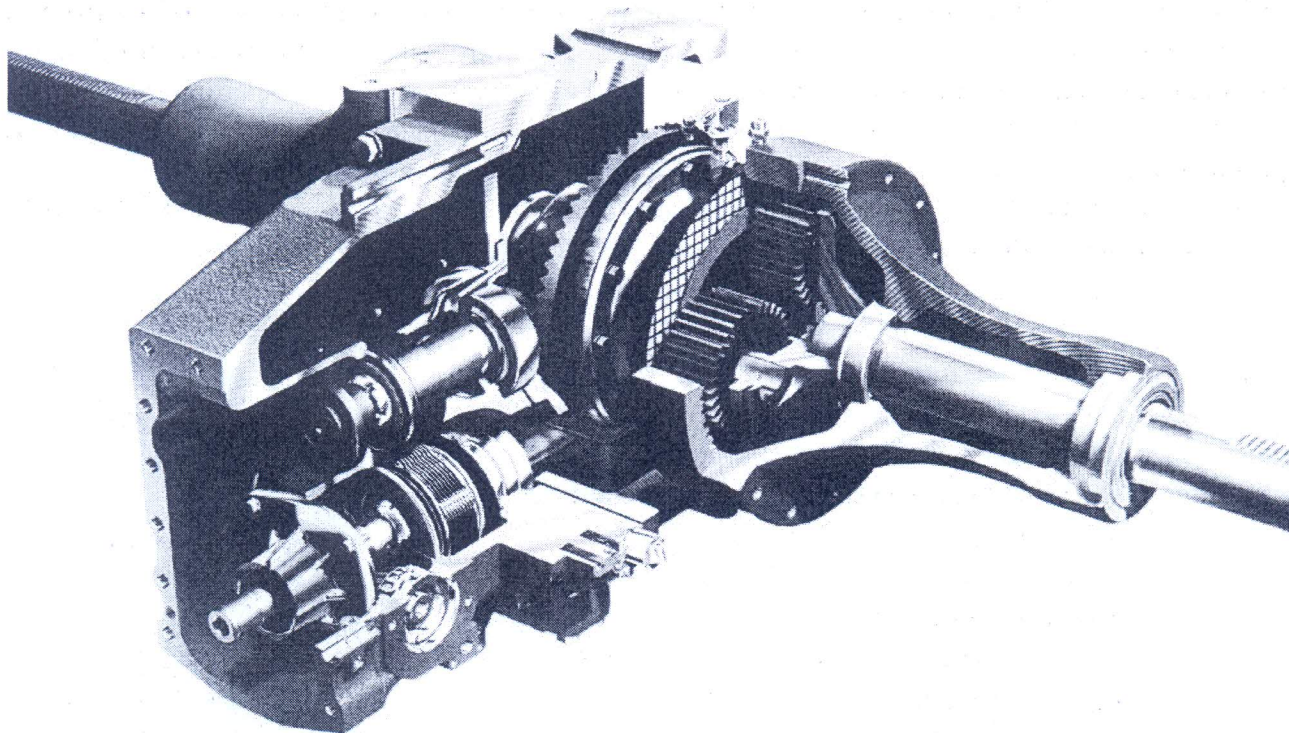
Na savremenim traktorima se pored standardnih brojeva obrtaja PTO od 540 i  $1000\text{min}^{-1}$  najčešće primenjuje i mogućnost  $750\text{min}^{-1}$ , odnosno 540 E. Ovakvo rešenje namenjeno je za pogon priključenih radnih mašina, koje za pogon radnih organa i za vuču ne traže velike snage. Korišćenjem rešenja koje pri nominalnom broju obrtaja motora daje  $750\text{min}^{-1}$  PTO i smanjivanjem broja obrtaja motora (na oko 70% nominalnog) postiže se  $540\text{min}^{-1}$  PTO. Neka najnovija rešenja imaju i mogućnost 1000 E.

Prednje priključno vratilo je standardno sa šest žlebova i  $540\text{min}^{-1}$ , a na novijim traktorima veće snage sa  $1000\text{min}^{-1}$ .

### 5.3.3. POGONSKI MOST

Osnovne funkcije pogonskog mosta su:

- da prenese pogon (obrti moment) od menjača na pogonske točkove,
- da izvrši dalju redukciju broja obrtaja (u stalnom odnosu) pogonskih točkova, u cilju postizanja potrebne brzine kretanja,
- da obezbedi prenos snage pod uglom od  $90^\circ$  - traktori točkaši,
- da omogući kretanje traktora u krivinama, odnosno manji poluprečnik okretanja na uvratinama
- da primi sve reaktivne i aktivne sile i prenese ih na ramsku konstrukciju traktora.



*Slika 213 - Zadnji pogonski most*

Osnovni delovi pogonskog mosta traktora su:

- glavni prenos (prenosnik)
- diferencijalni prenosnik (diferencijal)
- poluvratila
- završni prenos (bočni reduktori) i
- kućišta.

Traktori koncepcije 4 x 2 imaju zadnji pogonski most, dok traktori koncepcije 4 x 4 (pogon na sva četiri točka) imaju zadnji i prednji pogonski most. Prednji pogonski most je, funkcionalno, iste građe kao i zadnji.

Pogonski mostovi mogu biti krute konstrukcije sa zavisnim oslanjanjem (zadnji pogonski most), a kod nekih traktora koncepcije 4 x 4 prednji pogonski most može biti sa nezavisnim oslanjanjem točkova.

Redukcija broja obrtaja u pogonskom mostu može biti jednostepena (konusno-tanjirasti par glavnog prenosnika), a kod traktora i teških vozila je u pravilu dvostepena (radi postizanja većeg prenosnog odnosa) i može biti centralna (oba prenosna para u glavnom prenosniku), dok je kod traktora razdvojena, konusno-tanjirasti par glavnog prenosnika predstavlja jedan par, a drugi par je postavljen bočno (odavde i naziv bočni reduktori) na početku ili na kraju poluvratila.

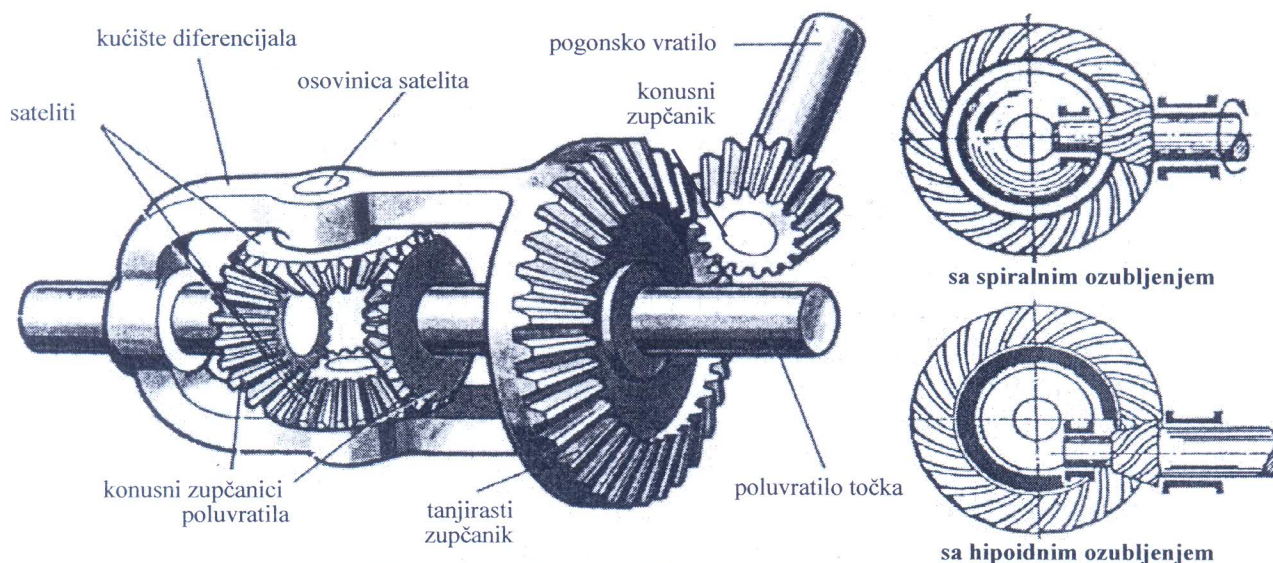
Kućišta pogonskog mosta služe za smeštaj prenosnih elemenata, za smeštaj ulja, a ujedno obezbeđuje određenu krutost konstrukciji.

#### 5.3.3.1. Glavni prenosnik

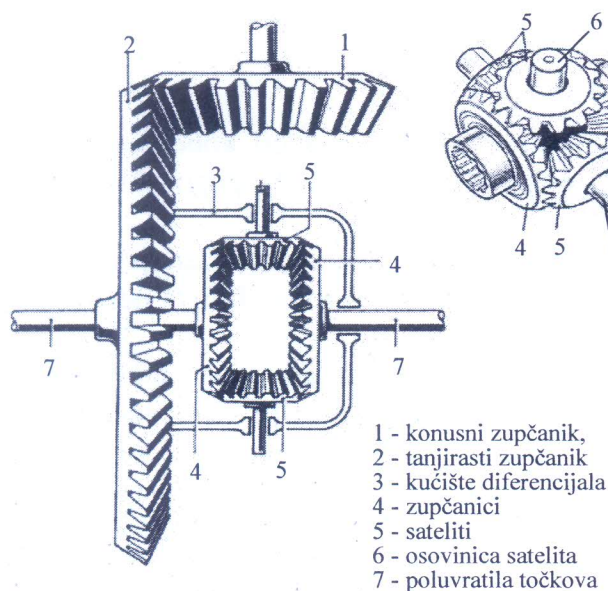
Osnovna funkcija glavnog prenosnika je da prenese obrtni moment (pogon) od izlaznog vratila menjača na pogonska poluvratila i dalje na pogonske točkove, uz najčešće potrebnu redukciju broja obrtaja. Pošto se poluvratila, odnosno osa pogonskih točkova kod traktora, u pravilu, nalaze pod uglom od  $90^\circ$  u odnosu na izlazno vratilo menjača, glavni prenosnik mora da obezbedi prenos pogona pod pravim uglom.

Prema konstrukciji u transmisijama traktora uglavnom se primenjuje zupčanički glavni prenosnik, a retko pužni i druge izvedbe.

Zupčanički glavni prenosnik kod traktora je u pravilu izveden kao konusno tanjirasti par i to najčešće sa hipoidnim ozubljenjem, a ređe sa spiralnim.



### 5.3.3.2. Diferencijal (diferencijalni prenosnik)



Slika 194 - Diferencijalni prenosnik

Funkcija diferencijala (diferencijalnog prenosnika) je da omogući da se pogonski točkovi okreću različitim brzinama, što je potrebno pri kretanju traktora u krivinama, pri kretanju na neravnom terenu i ako su poluprečnici pogonskih točkova različite dimenzije (npr. radi istrošenosti pneumatika ili različitog pritiska vazduha u pneumaticima). Pri kretanju traktora u krivini spoljni pogonski točak se kreće po većem poluprečniku, odnosno prelazi duži put u odnosu na unutrašnji točak, radi čega spoljni točak mora imati srazmerno veću obodnu brzinu, odnosno veći broj obrtaja. Radi realizacije različitog broja obrtaja pogonskih točkova pri kretanju u krivini, pogonsko vratilo koje pokreće točkove nije izvedeno kao celina, iz jednog dela, nego je sastavljeno od dva pogonska poluvratila.

Prema građi, kod traktora su uglavnom primenjeni diferencijali sa konusnim zupčanicima, manje sa cilindričnim zupčanicima i drugi (pužni, kulisni i dr.).

Diferencijal sa konusnim zupčanicima (simetrični) se sastoji od kućišta diferencijala, dva konusna zupčanika za pogon poluvratila i zupčanika trkača (sateliti).

Kućište diferencijala je spojeno sa tanjirastim zupčanicom konusnotanjirastog para i sa njim se zajedno obrće.

Konusni zupčanci za pogon poluvratila su postavljeni u kućištu diferencijala, na unutrašnjim ožljebljenim krajevima poluvratila.

Zupčanici trkači ili sateliti su postavljeni na osovnicama obično krstastog oblika, najčešće ih ima četiri ređe dva. Trkači su uzupčeni sa konusnim zupčanicima poluvratila.

Pri pravolinijskom kretanju traktora na ravnom putu oba pogonska točka prelaze isti put, odnosno okreću se istom brzinom, imaju isti broj obrtaja.

U slučaju kretanja u krivini, unutrašnji točak prelazi manji put, a pošto je u kontaktu sa podlogom, počinje se sporije okretati, odnosno "kočiti" u odnosu na spoljašnji točak, koji će se brže okretati. Pri tome će se spoljašnji točak obrtati toliko brže koliko se unutrašnji točak obrće sporije.

Usled sporijeg obrtanja unutrašnjeg točka, a time i konusnog zupčanika na njegovom poluvratilu, sateliti se počinju obrtati i oko svojih osovina, čime povećavaju broj obrtaja konusnog zupčanika na drugom poluvratilu, a time i broj obrtaja spoljašnjeg točka.

Pri pravolinijskom kretanju traktora, ako jedan pogonski točak naiđe na veoma raskvašeno zemljište ili led adheziona sila postane toliko mala da ne može da savlada otpor kretanju, ovaj točak će klizati na mestu, dok će se drugi točak zaustaviti, čitav traktor se zaustavlja.

U ovom slučaju treba blokirati funkciju diferencijala, odnosno onemogućiti različiti broj obrtaja pogonskih točkova.

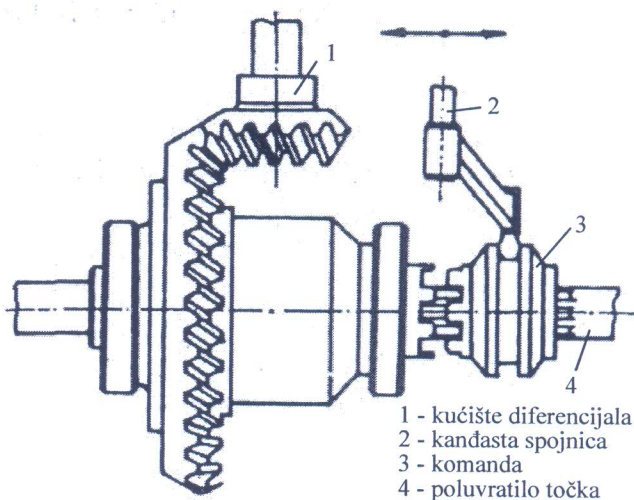
Obzirom na često otežane uslove rada, blokiranje diferencijala je u pravilu moguće kod svih poljoprivrednih traktora.

Prema mogućnosti blokiranja diferencijali mogu biti sa prinudnim blokiranjem i sa samoblokiranjem.

Kod starijih tipova traktora blokada diferencijala se ostvaruje pomoću kandžaste spojnice, koja spaja kućište diferencijala sa jednim poluvratilom. Aktiviranje spojnice vrši vozač, na osnovu sopstvenog zapažanja i iskustva. Nedostatak ovakvog rešenja je što može doći do grešaka i oštećenja (ulazak u krivinu sa uključenom blokadom) i što opterećuje vozača.

Noviji tipovi traktora uglavnom imaju automatsko blokiranje diferencijala.

Spojnice za uključanje i isključanje je višamelasta potopljena u ulju, aktiviranje spojnice je elektrohidraulično. Na osnovu dobijenih informacija od određenih senzora o razlici broja obrtaja pogonskih točkova, odnosno klizanju, brzini kretanja, uglu točkova idr., elektronska upravljačka jedinica aktivira frikcioni sklop višamelaste spojnice, koja izvrši blokiranje diferencijala. Dolaskom na bolje uslove kretanja, sa graničnim klizanjem kao i pri transportu (npr. kod brzine 15 km/h) i drugim faktorima, blokada se automatski isključuje.



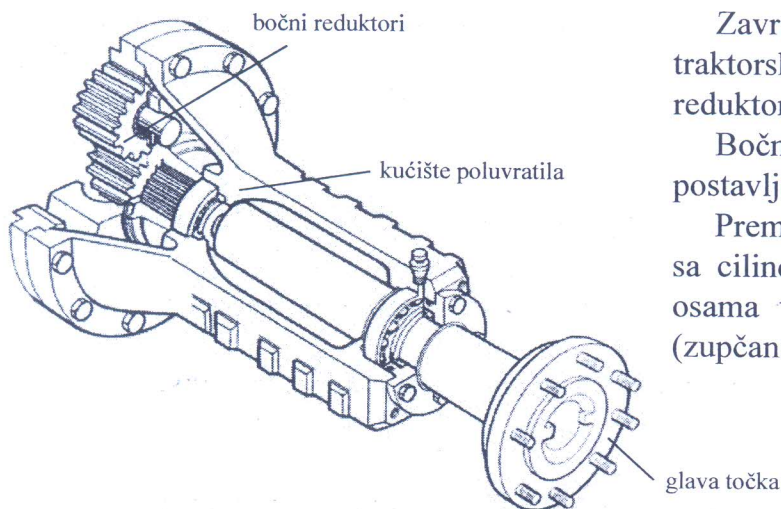
**Slika 195 - Mehanička blokada diferencijala**

#### 5.3.3.3. Pogonska poluvratila

Pogonska poluvratila prenose snagu od diferencijalnog prenosnika na pogonske točkove. Kod traktorskih transmisija uz pogonska vratila, odnosno između diferencijala i pogonskog točka postavljaju se bočni reduktori.

Unutrašnja strana poluvratila ulazi u kućište diferencijala, na njoj je izvedeno ožljebljenje na koje se postavlja konusni zupčanik diferencijala za pogon poluvratila.

#### 5.3.3.4. Završni prenos (bočni reduktori)



**Slika 196 - Završni prenos zadnjeg pogonskog mosta**

Završna redukcija broja obrtaja kod traktorskih transmisija ostvaruje se u bočnim reduktorima.

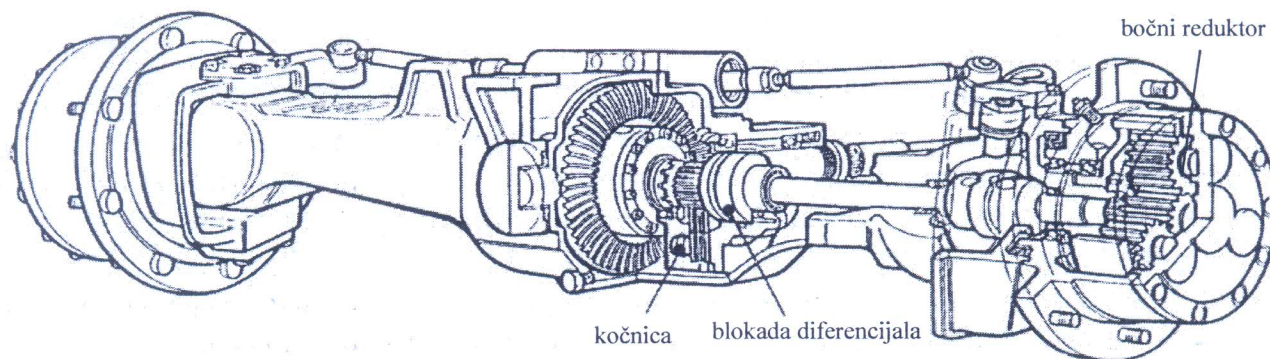
Bočni reduktori se danas uglavnom postavljaju na izlazu iz diferencijala.

Prema građi u primeni su bočni reduktori sa cilindričnim zupčanicima i nepokretnim osama vratila i planetarni zupčani parovi (zupčanici sa pokretnim osama vratila).

### 5.3.3.5. Prednji pogonski most

Kod traktora koncepcije 4 x 4 svi točkovi su pogonski, odnosno celokupna težina traktora predstavlja adhezionu težinu, čime se znatno poboljšavaju vučne karakteristike traktora. Ovi traktori imaju prednji i zadnji pogonski most.

Pogon na prednje točkove može biti stalan, ali je danas kod većine traktora promenljiv u zavisnosti od uslova rada. Pri radu u lošijim uslovima, na raskvašenoj podlozi i pri manjim brzinama uključuje se pogon na prednje točkove, a pri kretanju u dobrim uslovima i većim brzinama (transport) prednji pogon se isključuje. Kod savremenih traktora uključivanje i isključivanje prednjeg pogona je automatsko, a osnovni parametri su klizanje zadnjih pogonskih točkova (razlika broja obrtaja levog i desnog točka), brzina kretanja, nagib i drugi.



*Slika 197 - Prednji pogonski most*

Uključivanje prednjeg pogonskog mosta kod starijih traktora se vrši preko kandžaste spojnice, dok se kod savremenih traktora vrši pomoću višelamelaste spojnice potopljene u ulju. Komandnim uređajem se može izabrati režim rada spojnice (automatski, stalno uključen ili isključen). Uključivanje spojnice se vrši dejstvom opruge, a isključivanje dejstvom pritiska ulja na pokretni klip spojnice.

Prednji pogonski most se sastoji od diferencijala, poluvratila i završnog prenosa (bočnih reduktora). Diferencijal prednjeg pogonskog mosta je u principu iste građe kao i diferencijal zadnjeg mosta.

Poluvratila na krajevima imaju dvostruki kardanski zglobov (pošto su prednji točkovi i upravljački), preko koga se pogoni kratko vratilo sa bočnim reduktorom.

Bočni reduktori prednjeg pogona su smešteni u točku.

#### **Pitanja za ponavljanje:**

- Koje su najvažnije podele traktora,
- Nabrojati sklopove traktora (pokazati na šemi),
- Nabrojati (i pokazati na šemi) delove transmisije i objasniti njihovu funkciju,
- Objasniti funkcionisanje tanjiraste spojnice,
- Objasniti razliku u građi i funkcionisanju jednostepene i dvostepene spojnice,
- Koja je funkcija menjača,
- Kako funkcioniše zupčanički menjač sa nepokretnim osama vratila,
- Koja je prednost primene sinhronizovanog menjača,
- Raspored stepena prenosa,
- Koji su delovi pogonskog mosta i njihov razmeštaj,
- Kako funkcioniše diferencijal.