Utjecaj mjenjača na eksploatacijske značajke cestovnih vozila

Čančar, Dalibor

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:354403

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI ZAGREB

Dalibor Čančar

UTJECAJ MJENJAČA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE CESTOVNIH VOZILA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 16. ožujka 2020.

Zavod: **Zavod za cestovni promet**
Predmet: **Cestovna prijevozna sredstva**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 5557

Pristupnik: **Dalibor Čančar (0135236710)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Utjecaj mjenjača na eksploatacijske značajke cestovnih vozila**

Opis zadatka:

U Završnom radu potrebno je objasniti princip rada sustava transmisije kod cestovnih vozila. Objasniti ulogu mjenjača u cestovnim vozilima te analizirati tehničke značajke različitih vrsti mjenjača. Na temelju provedene analize, prikazati prednosti i nedostatke pojedinih izvedbi mjenjača.

Mentor:

doc. dr. sc. Željko Šarić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI ZAGREB

ZAVRŠNI RAD

UTJECAJ MJENJAČA NA EKSPLOATACIJSKE ZNAČAJKE CESTOVNIH VOZILA

IMPACT OF TRANSMISSION ON ROAD VEHICLES EXPLOATATION CHARACTERISTIC

Mentor: doc. dr. sc. Željko Šarić

Student: Dalibor Čančar

JMBAG: 0135236710

Zagreb, kolovoz 2020.

SAŽETAK

Jedan od najvažnijih i najsloženijih mehaničkih sustava na cestovnim motornim vozilima je transmisija. Zadaća transmisije je transformacija i prijenos snage, okretnog momenta i brzine vrtnje s motora na pogonske kotače s ciljem dobivanja što veće efikasnosti motora. Mjenjači imaju najvažniju ulogu u transmisiji jer izravno vrše promjenu okretnog momenta i brzine na pogonskim kotačima. Također imaju ulogu u promjeni smjera kretanja vozila i prekidu prijenosa okretnog momenta, te omogućavaju rad motora dok se vozilo ne kreće. Prvi mjenjači su bili ručni mjenjači, te su bili vrlo jednostavno izvedeni pa samim time jeftini za izradu, ugradnju i popravak. Takvi mjenjači zahtijevali su da vozač sam odabere željeni stupanj prijenosa. Razvojem vozila pojavljuju se automatski mjenjači koji nisu zahtijevali od vozača da bira stupanj prijenosa tijekom vožnje. Kod takvih mjenjača bilo je bitno izabrati željeni smjer kretanja prilikom kretanja iz stacionarnog položaja. Takve značajke omogućavale su vozaču ugodniju i jednostavniju vožnju. Nedostaci automatskih mjenjača su bili spora promjena stupnja prijenosa, slabije ubrzanje vozila te povećana potrošnja goriva. Automatski mjenjači zbog svoje kompleksnosti su bili skuplji za proizvodnju i održavanje. Razvojem novih tehnologija smanjuju se nedostaci automatskih mjenjača, te njihova upotreba je sve veća. U ovom radu će biti prikazan cjelokupan sustav transmisije cestovnih vozila. Naglasak će biti na ručne, poluautomatske i automatske mjenjače, te njihov utjecaj na eksploatacijske značajke cestovnih vozila.

KLJUČNE RIJEČI: Transmisija vozila; Mjenjači; Ručni mjenjači; Automatski mjenjači

SUMMARY

One of the most important and complex mechanical systems on road motor vehicles is the transmission. The task of the transmission is the transformation and transmission of power, torque and speed of rotation with the engine to the drive wheels in order to obtain the highest possible engine efficiency. Gearboxes play the most important role in the transmission as they directly change the torque and speed on the drive wheels. They also play a role in changing the direction of movement of the vehicle and interrupting the transmission of torque that allow the engine to run while the vehicle is not moving. The first gearboxes were manual gearboxes and were very simple and cheap to make, install and repair. Such transmissions required the driver to select the desired gear. With the development of the vehicle, automatic transmissions emerged that did not require the driver to select a gear while driving. With such gearboxes, it was important to choose the desired direction of movement when moving from a stationary position. Such features allow the passenger comfort and ease of driving. The disadvantages of automatic transmissions were slow gear changes, lower vehicle acceleration and increased fuel consumption. Automatic transmissions due to their complexity were assembled for production and maintenance. The development of new technologies reduces the shortcomings of automatic transmissions, the use of which is increasing. In this paper, the entire transmission system of road vehicles will be presented. The emphasis will be on manual, semi-automatic and automatic transmissions their impact on the performance characteristics of road vehicles.

KEY WORDS: Vehicle transmission; Gearboxes; Manual transmissions; Automatic transmissions

Sadržaj

1. Uvod 1

2. Sustav transmisije kod cestovnih vozila 2

2.1. Spojka 3

2.1.1. Tarna spojka 4

2.1.2. Hidrodinamička spojka 5

2.1.3. Elektromagnetska spojka 7

2.2. Mjenjač 8

2.3. Kardansko vratilo 9

2.4. Razvodnik pogona 10

2.5. Pogonski most 11

2.6. Glavni prijenosnik 12

2.7. Diferencijal 12

2.8. Pogonska vratila 14

3. Uloga mjenjača kod cestovnih vozila 15

3.1. Mehanički mjenjač 15

3.1.1. Zupčani mjenjač s nepokretnom osi vratila 16

3.1.2. Zupčani mjenjač s pokretnom osi vratila 16

3.1.3. Mehanički frikcioni mjenjač 16

3.2. Hidraulički mjenjač 17

3.2.1. Hidrostatički mjenjač 17

3.2.2. Hidrodinamički mjenjač 18

3.3. Električni mjenjač 18

3.4. Kombinirani mjenjač 20

3.4.1. Hidromehanički mjenjač 20

3.4.2. Elektromehanički mjenjač 20

4. Tehničke značajke ručnih mjenjača 21

4.1. Princip rada i dijelovi ručnih mjenjača 21

4.2. Utjecaj broja stupnjeva ručnih mjenjača 23

4.3. Prednosti ručnih mjenjača 24

5. Tehničke značajke poluautomatskih i automatskih mjenjača 25

5.1. Poluautomatski mjenjači 25

5.1.1. Princip rada poluautomatskih mjenjača 25

5.1.2. Prednosti i nedostaci poluautomatskih mjenjača 27
5.2. Automatski mjenjač 28
5.2.1. Planetarni prijenos 29
5.2.2. Mehaničko-hidraulički prijenos 30
5.2.3. Elektro-hidraulički prijenos 31
5.2.4. Kontinuirani prijenos 33
6. Zaključak 34
LITERATURA 35
POPIS SLIKA 40

1. Uvod

Tema ovog rada je *˝Utjecaj mjenjača na eksploatacijske značajke cestovnih vozila˝.* Mjenjači odnosno čitavi sustav transmisije čiji je mjenjač sastavni dio neophodni su za rad I kretanje cestovnih vozila. Transmisija je jedan od najkompleksnijih sustava na vozilu, bez transmisije mnoga vozila se ne bi mogla pokrenuti iz mjesta mirovanja. Najznačajniji dio transmisije je mjenjač koji najviše utječe na izlazne karakteristike motora. Cilj ovog rada je istražiti sustav transmisije u cijelosti, te obraditi ručne, poluautomatske i automatske mjenjače. Kroz rad će se objasniti čitav sklop sustava transmisije s njegovim glavnim dijelovima i njihovom konstrukcijom, te utjecajem na rad i sustav vozila. Objasnit će se uloga mjenjača i njihove izvedbe, konstrukcija i primjena, te prednosti i nedostaci. Nadalje će se obraditi princip rada ručnih, poluautomatskih i automatskih mjenjača, njihova podjela prema izvedbi i njihov utjecaj na eksploatacijske značajke cestovnih vozila.

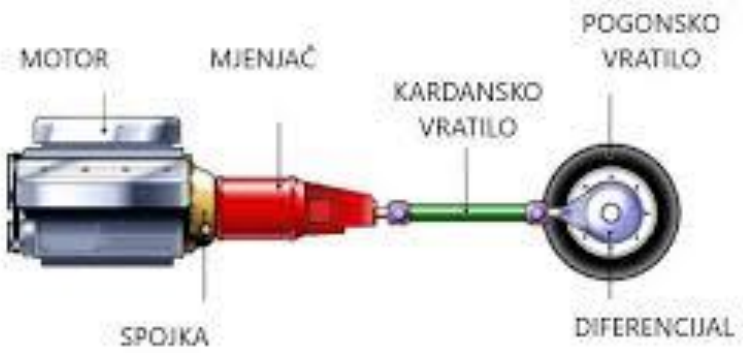
Završni rad sastoji se od šest poglavlja:

1. Uvod
2. Sustav transmisije kod cestovnih vozila
3. Uloga mjenjača kod cestovnih vozila
4. Tehničke značajke ručnih mjenjača
5. Tehničke značajke poluautomatskih i automatskih mjenjača
6. Zaključak

U drugom djelu rada predstavlja se sustav transmisije u cestovnim vozilima, kao i uloga svih njezinih dijelova. Navode se načela rada transmisije i različite izvedbe iste zbog različitih potreba vozila, odnosno njihovih eksploatacijskih uvjeta. U trećem dijelu rada opisana je uloga mjenjača u cestovnim vozilima, te njegove različite izvedbe. Njegove različite izvedbe su prilagođene vozilima u koja se ugrađuju, te uvjetima u kojima će vozila biti eksploatirana. U četvrtom djelu opisati će se ručni mjenjači, njihova konstrukcija i princip rada. U petom djelu obrađeni su poluautomatski i automatski mjenjači, njihov princip rada, te prednosti i nedostaci istih. U šestom djelu izneseni su zaključci i zapažanja koji su postignuti tijekom pisanja rada.

2. Sustav transmisije kod cestovnih vozila

Transmisija vozila ima zadatak da okretni moment motora prenosi na pogonske kotače i transformira ga kako po veličini tako i po znaku djelovanja tog momenta. Transmisija se sastoji od sljedećih dijelova: spojka, mjenjač, kardansko vratilo, razvodnik pogona, glavni prijenosnik, diferencijal i vratila pogonskih kotača. [1]



Slika 1. Transmisija vozila [6]

Transmisija čini sustav za prijenos snage. Ima zadatak transformirati okretni moment i brzinu vrtnje motora i prenijeti ih na pogonske kotače. Transformaciju okretnog momenta po veličini treba uskladiti ovisno o brzini vožnje i otporima kretanja, a po smjeru ovisno o tome vozi li se prema naprijed ili natrag. Osnovne dijelove transmisije kod vozila s prednjim pogonom čine spojka, mjenjač, glavni prijenosnik, diferencijal i vratila pogonskih kotača. Kod vozila sa stražnjim pogonom mjenjač i diferencijal potrebno je međusobno spojiti kardanskim vratilom, kod vozila s pogonom na više osovina između osovina se mora ugraditi razvodnik pogona s diferencijalom. [2][3]

Prema načinu prijenosa okretnog momenta razlikujemo mehaničke, hidrodinamičke i elektromehaničke transmisije. Ovisno o načinu transformacije okretnog momenta razlikujemo stupnjevite, kontinuirane i kombinirane transmisije.

Okretni moment se može prenositi putem transmisije na kotače jednog, dva ili više pogonskih mostova. Razvodnik pogona se ugrađuje kad vozilo ima dva ili više pogonskih mostova, te može obavljati multiplikaciju okretnog momenta. Razvodnik pogona je ujedno i reduktor sa više prijenosnih omjera, te multiplikacijom okretnog momenta može udvostručiti odnosno utrostručiti okretni moment.

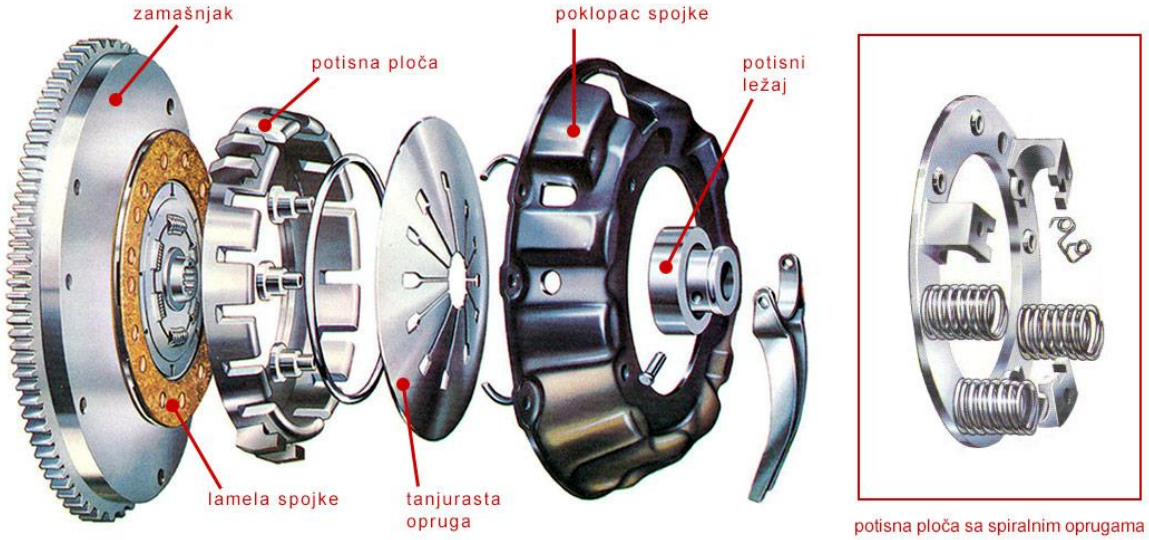
2.1. Spojka

Spojka omogućuje odvajanje motora od ostatka transmisijskog sustava, te samim time prekida tok snage između motora i pogonskih osovina, odnosno kotača. Smještena je između motora i mjenjača i u svakom režimu rada motora mora prenijeti odgovarajući okretni moment s motora na mjenjač. Postupnim odvajanjem i spajanjem motora s ostatkom transmisije postiže se lagano i mekano pokretanje vozila iz mjesta i izmjena stupnjeva prijenosa, te se tako izbjegavaju prevelika dinamička opterećenja na sustav. Prigušnim elementima spojke smanjuju se torzijske vibracije i udarna naprezanja. [3]

Prema principu rada spojke možemo podijeliti na tarne spojke, hidrodinamičke spojke i elektromagnetske spojke. Druga podjela spojki zasnovana je na vrsti mehanizma za isključivanje i uključivanje. Tu ih dijelimo na spojke s mehaničkim mehanizmom, spojke s hidrauličkim mehanizmom, s kombiniranim mehanizmima, električnim i spojke sa servo uređajem. [1]

2.1.1. Tarna spojka

Prijenos okretnog momenta ostvaruje se posredstvom trenja među dijelovima spojke. Postoje više vrsta tarnih spojki. Dijele se na jednolamelaste i višelamelaste. Tarna spojka sa jednom lamelom ima dvije osnovne površine trenja. Jedna od njih je na samom zamašnjaku, a druga na potisnoj ploči. Potisna ploča se kreče duž svoje osi te se pritiskom na pedalu odvaja od zamašnjaka. Između zamašnjaka i potisne ploče nalazi se lamela spojke. Veza sa pogonskim vratilom mjenjača je žljebna tako da su čvrsto vezani u okretnom smislu, a u aksijalnom je to klizna veza. [1]



Slika 2. Tarna spojka [7]

2.1.2. Hidrodinamička spojka

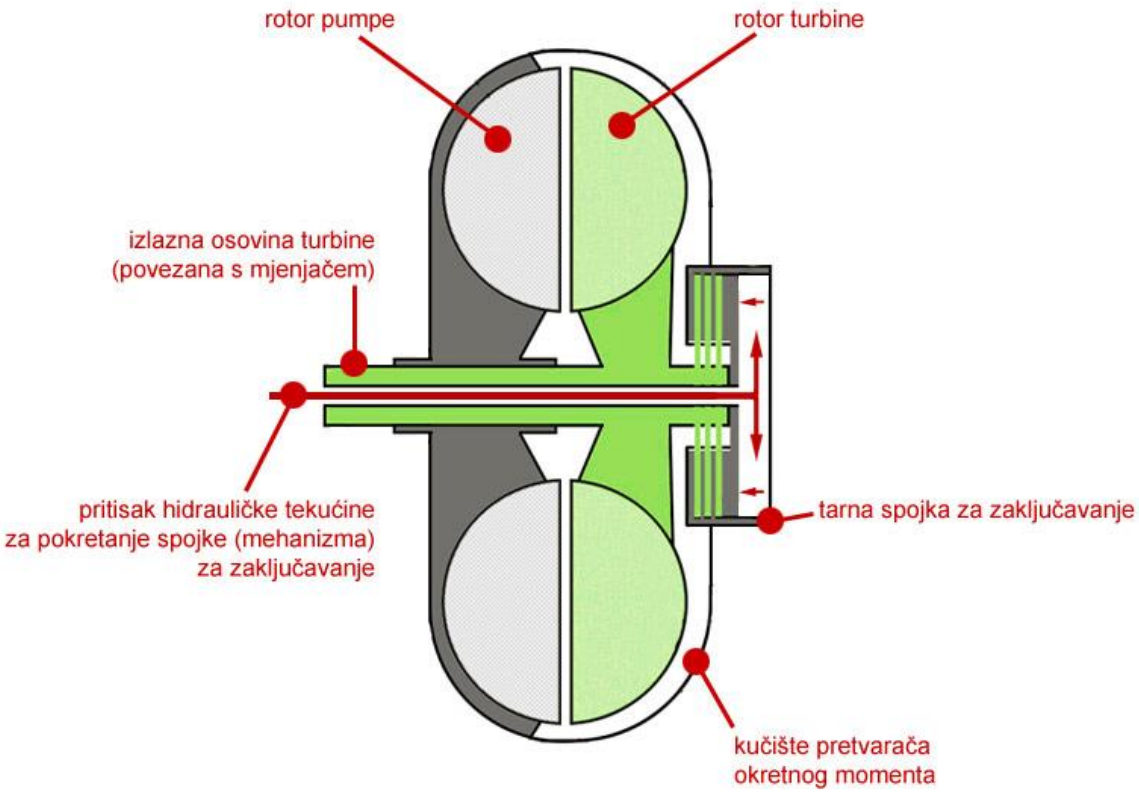
Hidrodinamičke spojke posjeduju torusni radni volumen ispunjen tekućinom u koji su smještena dva kola – pumpno i turbinsko. Pumpno kolo je u vezi s motorom,a turbinsko sa transmisijom. Okretanjem koljenastog vratila okreće se pumpno kolo, a na tekućinu koja se nalazi između lopatica djeluje centrifugalna sila zbog koje se ulje giba u pravcu većeg promjera. Na njegovo mjesto dolazi tekućina iz međulopatičnog prostora turbinskog kola i tako se uspostavlja zavojno kretanje tekućine unutar torusa. Na turbinsko kolo djeluje kao okretni moment koji se dalje prenosi na transmisiju. Prijenos okretnog momenta i njegova promjena određeni su konstruktivno, tj. ove spojke imaju unutrašnju automatičnost. [1]

Prednosti hidrodinamičkih spojki:

- Ne posjeduju mehanizam za isključivanje
- Pridonosi polaganom pokretanju vozila iz mirovanja
- Sprječavaju gašenje motora pri naglom kočenju vozila
- Prigušuju torzione oscilacije u transmisiji
- Predstavljaju elastičnu vezu u transmisiji budući da radna kola nisu međusobno čvrsto vezana [1]

Nedostaci hidrodinamičke spojke:

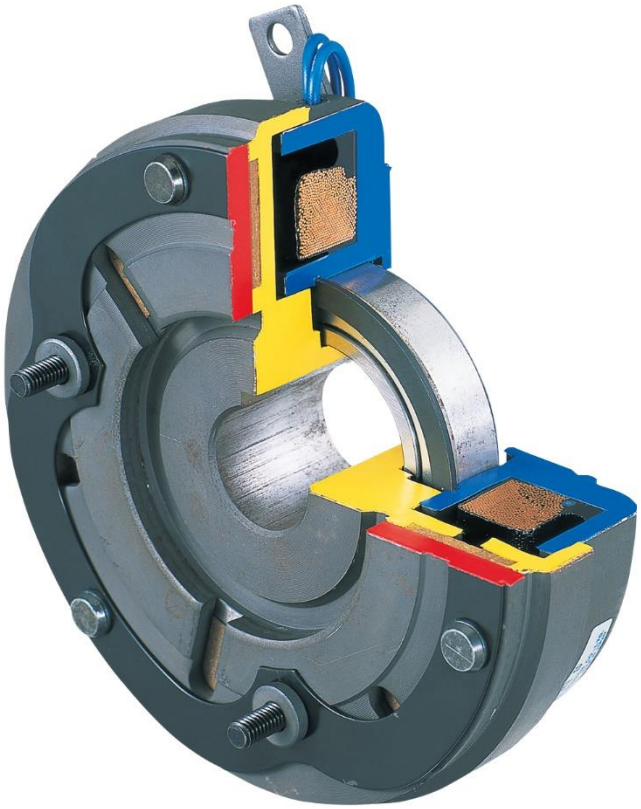
- Veća masa u odnosu na tarne spojke
- Da bi se omogućila mirna promjena stupnja prijenosa potrebna je i tarna spojka jer i kod malih okretaja pumpno kolo prenosi moment na turbinsko kolo
- Moment ometa promjenu stupnja prijenosa i znatno opterećuje sinhro-spojke mjenjača
- Smanjeni efekt kočenja vozila motorom [1]



Slika 3. Hidrodinamička spojka [8]

2.1.3. Elektromagnetska spojka

Ove spojke prenose okretni moment preko elektromagnetskog polja. Magnetsko polje se uspostavlja protjecanjem istosmjerne električne struje kroz namot u zamašnjaku. Kocentrično dijelu zamašnjaka postavlja se doboš. On je čvrsto vezan za vratilo mjenjača. Unutrašnjost se puni prahom grafita i opiljak željeza, ili transformatorskim uljem uz dodatak opiljaka željeza. Zahvaljujući tom punjenju lakše se i kvalitetnije uspostavlja magnetski tok. Uspostavljanjem toka struje kroz namot oformi se magnetsko polje i pri određenoj jakosti magnetskog polja dolazi do magnetske veze zamašnjaka i doboša. Na taj se način prenosi okretni moment na transmisiju vozila. [1]



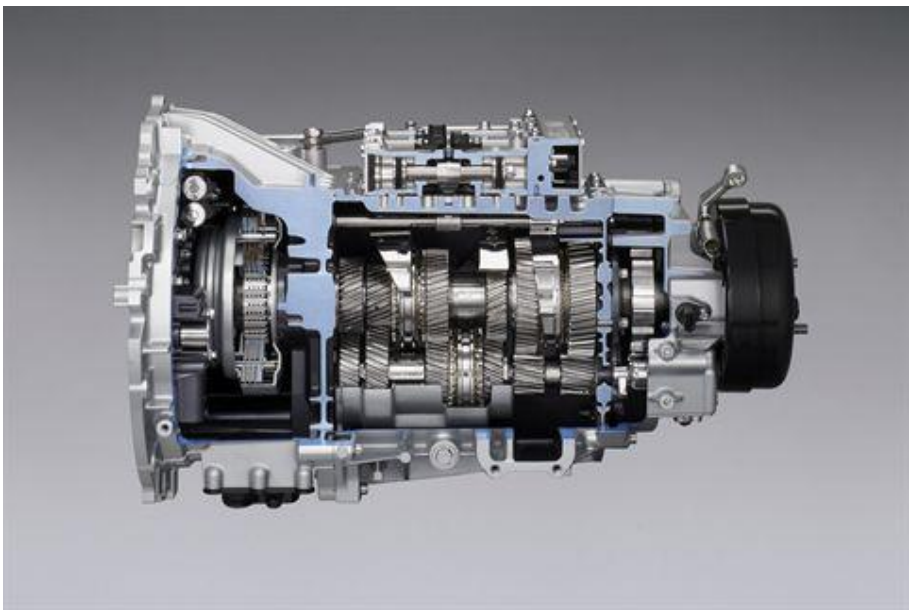
Slika 4. Elektromagnetska spojka [9]

2.2. Mjenjač

Mjenjač obavlja funkciju podešavača izlazne karakteristike motora sa unutarnjim izgaranjem. Te su potrebe ovisne o vrsti vozila, ali u općem slučaju mogu se izraziti idealnom vučnom hiperbolom. Idealna vučna hiperbola definirana je uz pretpostavku da se kretanje vozila uvijek upotrebljava maksimalna snaga. Na današnjem stupnju razvoja, vozila sa motorom s unutrašnjim izgaranjem moraju imati mjenjač u transmisiji. [1]

Zadaci mjenjača su:

- mijenjanje sile vuče na pogonskim kotačima i njihova broja okretaja što približnije toku idealne vučne hiperbole.
- Prijenos okretnog momenta na daljnje komponente transmisije
- Invertiranje znaka okretnog momenta – stupanj za kretanje unazad
- Trajni prekid toka okretnog momenta – neutralni stupanj vozila
- Obavljanje prijenosa uz što veći stupanj korisnosti
- Jednostavno i lako upravljanje mjenjačem sa sjedišta vozača
- Rad mjenjača bez buke
- Ekonomičnu izradu i eksploataciju
- Jednostavno održavanje u toku eksploatacije [1]



Slika 5. Mjenjač [10]

2.3. Kardansko vratilo

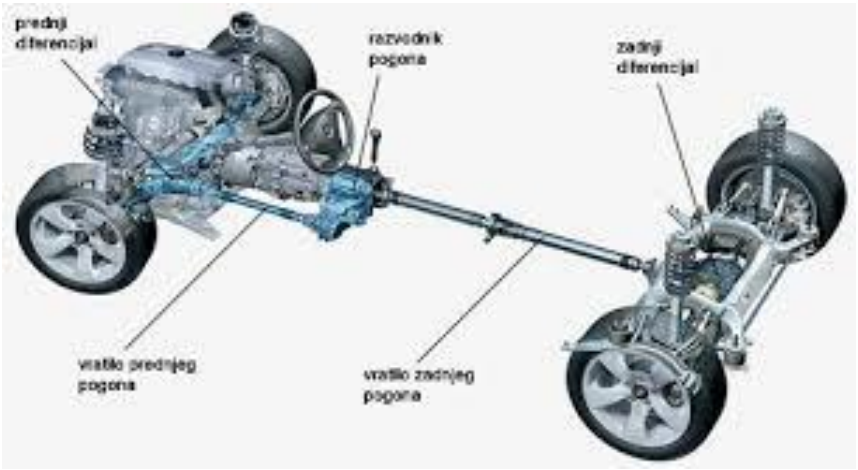
Kardansko vratilo motornih vozila prenosi okretni moment mjenjača ili razvodnika pogona do glavnog prijenosnika. Os kardanskog vratila siječe se s osima vratila koje spaja pod kutom alfa. Kut se pri kretanju mijenja jer to omogućuje elastična veza kojom je glavni prijenosnik vezan s okvirom vozila. Osim okretnog momenta pod kutom, kardansko vratilo se mora produljivati i skraćivati ovisno o uvjetima opterećenja i kretanja vozila. Ovo je nužno iz razloga što se pogonski most giba u odnosu na okvir vozila, a mjenjač je čvrsto vezan za okvir. Kardanskim vratilom može se prenositi okretni moment do raznih pomoćnih uređaja na vozilu, a kojima je potrebna snaga za rad. Jedan takav primjer je hidraulička pumpa. [1]



Slika 6. Kardansko vratilo [11]

2.4. Razvodnik pogona

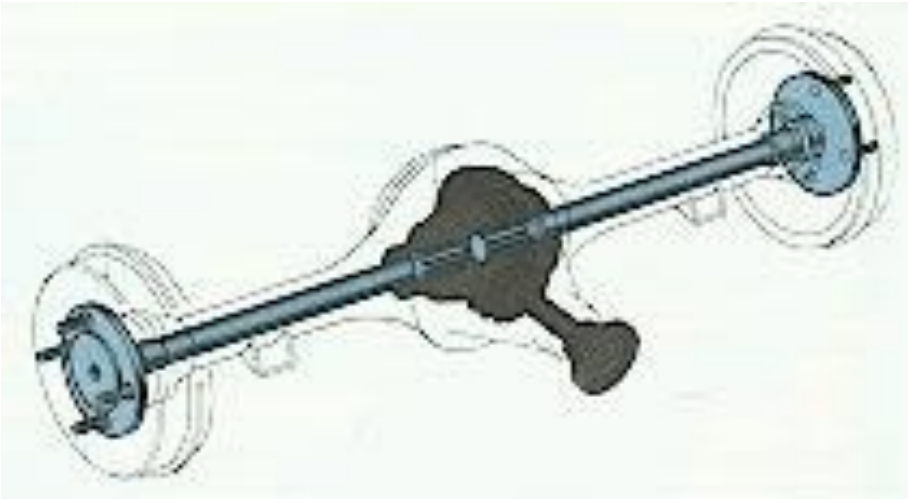
Kod nekih vrsta vozila ugrađuju se dodatni prijenosnici kao što su razvodnici pogona. Zadatak mu je da prenese okretni moment mjenjača i da ga razdijeli na više pogonskih mostova. Ako je potrebno razvodnik pogona se upotrebljava za uvećanje broja i veličine stupnjeva prijenosa. Tada se kroz njega prijenos može ostvariti direktno bez uvećanja okretnog momenta. Stupnjevi prijenosa u mjenjaču mogu se upotrijebiti uz direktni prijenos razvodnika i uz reducirani, što udvostručuje broj stupnjeva prijenosa za kretanje vozila. Razvodnik pogona se upotrebljava i za proporcionalnu raspodjelu okretnog momenta na pogonske mostove ovisno o dijelu ukupne težine koja opterećuje pojedine pogonske mostove. U tom slučaju moguće je bolje iskoristiti snagu motora kroz izraz ostvarene sile vuče na pogonskim kotačima. Po konstrukciji su slični mjenjačima. U kućištu su smješteni parovi zupčanika, vratila i mehanizam za upravljanje radom razvodnika. Ležajevi su kotrljajući i podmazuju se uljem iz kućišta razvodnika. [1]



Slika 7. Razvodnik pogona [12]

2.5. Pogonski most

Pogonski mostovi prenose okretni moment kardanskog vratila do pogonskih kotača. Pri tome se tok okretnog momenta mijenja pod kutom od 90 stupnjeva i dijeli na dva dijela. Pogonski most objedinjuje sve dijelove prijenosa u jednu cjelinu i često su ti dijelovi unutar obloge mosta. Na vozilu može biti jedan ili više pogonskih mostova. Pogonski most može biti prednji ili stražnji, odnosno kod vozila sa više pogonskih mostova može biti i prednji i stražnji. Razlika između njih je što u sve navedeno prednji pogonski most mora osigurati zakretanje prednjih kotača radi upravljanja vozilom. Stražnji pogonski mostovi mogu se razlikovati u ovisnosti da li na vozilu motor smješten u prednjem ili stražnjem dijelu. Ako se motor nalazi sprijeda, tada se u pogonskom mostu nalazi glavni prijenosnik, diferencijal, vratila pogonskih kotača i pogonski kotači. Tada su kotači vezani čvrstom poprečnom oblogom, odnosno imaju zavisni ovjes. Kod nezavisnog ovjesa, stražnji pogonski most obuhvaća glavni prijenosnik i diferencijal u sklopu s ostalom pogonskom grupom. To je za slučaj kada je motor smješten straga. Tada pogonska vratila kotača izlaze iz pogonske grupe i vežu se za kotače uz uvjet da omoguće osciliranje kotača u odnosu na okvir ili karoseriju. [1]



Slika 8. Pogonski most [13]

2.6. Glavni prijenosnik

Glavni prijenosnik uvećava prijenosni odnos transmisije za stalni iznos i prenosi okretni moment na vratila pogonskih kotača pod kutom od 90 stupnjeva. Pri tome gabaritne mjere moraju biti što manje, stupanj korisnosti što veći uz visoku čvrstoću obloge mosta , ležajeva i vratila. Kod vozila primjenjuju se isključivo zupčani glavni prijenosnici. Osnovni tipovi su: jednostupanjski, koji sadrži jedan konično-tanjurasti zupčani par, a rjeđe pužni i cilindrični zupčani par; dvostupanjski, kod njih je prvi zupčani par konično-tanjurasti, a drugi cilindrični. Dvostupanjski glavni prijenosnik ima veći prijenosni omjer i ugrađuje se u teretna vozila ili autobuse dok se jednostupanjski ugrađuje u sva vozila. [1]



Slika 9. Glavni prijenosnik [14]

2.7. Diferencijal

Pri kretanju vozila u krivini, njegovi kotači prelaze u jedinici vremena različite putove. Iz tog slijedi da se kotači okreću različitim brojem okretaja. Okretanje kotača različitim brojem okretaja nastupa pri kretanju vozila u pravcu ako je podloga neravna, ako je tlak u pneumaticima vozila različit i ako je nejednaka istrošenost pneumatika. Dakle, uvjeti da se kotači jednog mosta, a zatim i svi kotači na vozilu okreću jednakim brojem okretaja vrlo su rijetki jer je teško udovoljiti sve navedene uvjete. Kotačima koji nisu pogonski lako je osigurati jednak broj okretaja ali pogonskim kotačima je to znatno teže budući da se njima dovodi okretni moment od motora s jednakim brojem okretaja. Jednak broj okretaja na pogonskim kotačima vozila osigurava diferencijal. Osim broja okretaja diferencijal ima zadaću rasporediti i okretni moment u zadanom odnosu između kotača. Na vozilima sa više

pogonskih mostova ugrađuje se i dodatni diferencijal koji raspoređuje broj okretaj između pogonskih mostova. [1]

Diferencijali se mogu podijeliti prema mogućnosti blokiranja diferencijala, tj. mogućnosti čvrstog spajanja dva pogonska mosta, ili lijevog i desnog kotača istog pogonskog mosta. Mogu biti bez mogućnosti blokiranja, s mogućnošću ručnog blokiranja i samoblokirajući, te po konstrukciji, gdje razlikujemo diferencijale s koničnim zupčanicima, s cilindričnim zupčanicima, diferencijale s povišenim trenjem, s hidrauličkim trenjem, diferencijale s promjenjivim prijenosnim odnosom i diferencijale slobodnog hoda. [1]



Slika 10. Diferencijal [15]

2.8. Pogonska vratila

Vratila pogonskih kotača prenose okretni moment bočnih koničnih zupčanika diferencijala na pogonske kotače. Razlikuju se vratila pogonskih kotača kada je pogonski most u kućištu mosta i vratila pogonskih mostova bez kućišta. Vratila pogonskih kotača pogonskog mosta u kućištu mogu, ovisno o konstrukciji, biti opterećena i momentom savijanja zbog dijelova reakcije puta na kotače. Ako moment savijanja ne djeluje na vratilo, to je slučaj rasterećenog vratila pogonskog kotača, a ako na vratilo djeluje i moment savijanja, vratilo je opterećeno. Rasterećeno vratilo teoretski nije opterećeno momentom na savijanje jer pogonski kotač uležišten na kućište mosta pa tako se vertikalna os kotača i središte između ležaja poklapaju. Vratila pogonskih kotača pogonskih mostova bez kućišta mogu imati dva kardanska zgloba. Vratilo je izrađeno s punim poprečnim presjekom. Ako postoji zglobna cijevna obloga mosta vratilo pogonskog kotača zglobno je vezano s bočnim zupčanikom diferencijala i omogućuje potrebno osciliranje kotača u odnosu na karoseriju. Konstrukcija tog unutrašnjeg zgloba detaljnije je obrađena u okviru prednjeg pogonskog mosta. Vratilo ima i teleskopski zglob koji omogućuje produljenja prema potrebi u odnosu na oscilacije kotača. [1]



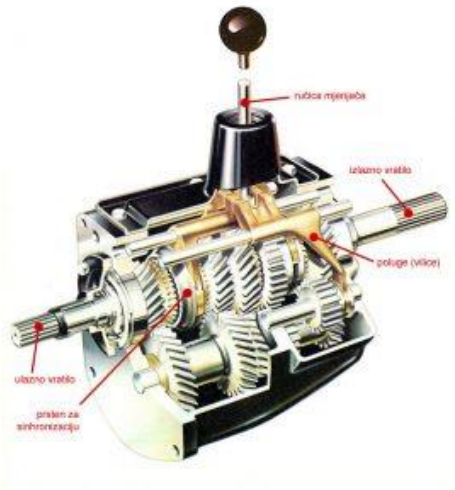
Slika 11. Pogonsko vratilo [16]

3. Uloga mjenjača kod cestovnih vozila

Motori s unutarnjim izgaranjem rade u području između određenog najmanjeg i najvećeg broja okretaja i samo u njemu mogu dati potreban okretni moment za svladavanje otpora vožnje. Kako bi konstrukcija vozila bila ekonomična, motor u odnosu na vozilo mora biti što manji i lakši. Takav motor ne može dati izravno okretni moment, za svladavanje otpora vožnje i velikih sila pri pokretanju vozila. Stoga se između motora i pogonske osovine kotača mora smjestiti reduktor kojim se povećava relativno mali okretni moment motora i reducira visoki broj okretaja na potreban niži broj okretaja kotača. Stalnom redukcijom broja okretaja vozilo bi bilo usko ograničeno u rasponu brzina i opterećenja. Da bi se puna snaga motora mogla iskoristiti u širem području, ugrađuju se reduktori sa promjenjivim prijenosnim omjerom, mjenjači stupnja prijenosa. [1]

3.1. Mehanički mjenjač

Prijenos snage kroz mehaničke mjenjače obavlja se preko čvrste kinematske veze i frikcije. Čvrsta kinematska veza postoji kod zupčanih mjenjača i osigurava diskontinuiranu promjenu momenta i brojeva okretaja. Tarni mjenjači su redovito s kontinuiranom promjenom momenta i brojeva okretaja. Zupčani mjenjači mogu biti izvedeni s nepokretnom i s pokretnom osi vratila. [1]



Slika 12. Mehanički mjenjač [17]

3.1.1. Zupčani mjenjač s nepokretnom osi vratila

Ova vrsta mjenjača je danas najzastupljenija kod vozila. Posjeduju niz dobrih osobina među kojima su: jednostavna izrada, provjerenost konstrukcije, relativno mala težina i gabaritne mjere, jednostavnost eksploatacije, velika pouzdanost i vijek trajanja, te visoki stupanj korisnosti. Osnovni nedostatak zupčanih mjenjača je ograničeni broj stupnjeva prijenosa koje oni imaju. Obično su u primjeni mjenjači sa 3, 4 i 5 stupnjeva prijenosa. [1]

3.1.2. Zupčani mjenjač s pokretnom osi vratila

Veći broj elemenata, veća preciznost pri izradi i složenija konstrukcija ovih mjenjača razlog su manje zastupljenosti kod vozila. Osnovne karakteristike mjenjača s pokretnom osi zupčanika su:

- Mogućnost promjene stupnjeva prijenosa bez prekida toka snage što pridonosi povećanju srednje brzine kretanja vozila i povećava efektivnost
- Manje težine i gabaritne mjere u odnosu na mjenjače s nepokretnom osi vratila
- Većina ležajeva je rasterećena djelovanja radijalnih sila
- Manje opterećenje zupčanika jer se obodna sila raspoređuje preko satelita na više mjesta
- Stalni zahvat omogućuje primjenu kosi zuba
- Manja je dužina vratila
- Lakše je izvesti automatizaciju promjene stupnjeva prijenosa[1]

3.1.3. Mehanički frikcioni mjenjač

Mehanički frikcioni mjenjači baziraju svoj rad na trenju. Kod ovih mjenjača obavlja se kontinuirana promjena prijenosnog odnosa. Razvojni radovi pokazali su rezultate na sljedećim tipovima mjenjača:

- S klinastim remenom
- S više tarnih spojki
- S posebno oblikovanim tarnim tijelima [1]

Kontinuirana promjena pruža neke prednosti u odnosu na diskontinuiranu: veću ekonomičnost, promjenu prijenosnih odnosa bez prekida toka snage, manja dinamička opterećenja transmisije i dr. No imaju i niz nedostataka: vijek trajanja i pouzdanost su još nedovoljni za radni vijek vozila, nizak stupanj korisnosti, relativno mali momenti koje prenose, frikcioni materijali ne zadovoljavaju ni po koeficijentu frikcije ni po vijeku trajanja. [1]

3.2. Hidraulički mjenjač

Hidrauličke transmisije dijele se na dvije osnovne grupe: hidrostatičke i hidrodinamičke. Hidrostatička transmisije prenosi snagu u zatvorenom kolu između hidrauličke pumpe koja mehaničku energiju transformira u energiju tlaka fluida i hidrauličkog motora ili hidrauličkog cilindra koji energiju tlaka transformira u mehanički rad. Zajedničko ovim vrstama transmisije je to da se okretni moment prenosi posredstvom tekućine. U primjeni je više hidrodinamička transmisija jer se koristi u motornim vozilima, dok se hidrostatička koristi za pokretanje određenih uređaja na motornim vozilima. [4]

3.2.1. Hidrostatički mjenjač

Hidrostatički mjenjači se primjenjuju najčešće kod teških i ratnih vozila te traktora. Njihov princip rada zasniva se na korištenju hidrostatičkog stanja struje radne tekućine. Pumpa hidrostatičkog mjenjača povezana je neposredno s izvorom energije, a hidrostatički motori s pogonskim kotačima vozila. U pumpi se mehanička energija iz izvora transformira u hidrostatičku energiju radne tekućine i cijevima visokog tlaka prenosi do hidrostatičkih motora. U motorima se hidrostatička energija pretvara u mehaničku i predaje na pogonske kotače. [1], [2]

3.2.2. Hidrodinamički mjenjač

Hidrodinamički mjenjači obavljaju kontinuiranu promjenu prijenosnih odnosa i posjeduju unutrašnju automatičnost kojom se promjena prijenosnih odnosa mijenja ovisno o vanjskim otporima. Princip rada ovih mjenjača koristi hidrodinamičku energiju strujnog toka radne tekućine. Okretanjem pumpnog kola uspostavlja se strujanje radne tekućine između lopatica pumpnog kola, lopatica turbinskog kola i lopatica reaktorskog kola. Radni volumen je zatvoren i ima oblik torusa. Pumpno kolo je vezano za ulazno vratilo i motor, turbinsko kolo za izlazno vratilo, a rektorsko vratilo za kućište mjenjača. [1]

3.3. Električni mjenjač

Prva primjena električnih mjenjača bila je kod teških vozila i autobusa. U principu, električni mjenjači mogu biti s istosmjernom strujom i mjenjači s izmjeničnom strujom. Zajedničko im je da koriste motor s unutarnjim izgaranjem kao izvor energije da se mehanička energija motora pomoću generatora prevodi u energiju izmjenične struje. Kod mjenjača s istosmjernom strujom, elektromotor istosmjerne struje je u vezi s pogonskim kotačima. Zato je izmjeničnu struju generatora nužno transformirati u istosmjernu, što obavlja komutator. Električni mjenjač s izmjeničnom strujom posjeduje elektromotore izmjenične struje u vezi s kotačima preko reduktora. Radom elektromotora upravlja se pomoću regulatora frekvencije. To je veoma složen uređaj jer mora obavljati kontinuiranu promjenu frekvencije izmjenične struje, koja je u takvom stanju neophodna za racionalno reguliranje broja okretaja asinkronog motora. [1]

Prednosti električnih mjenjača:

- Prijenos energije nije preko čvrstih kinematskih veza i lako se prenosi na veću udaljenost, što može koristiti za poseban pogon svakog kotača vozila i pogon kotača priključnog vozila
- Jednostavno prilagođavanje ovih mjenjača specifičnim konstrukcijama vozila
- Sigurni su u radu, te imaju dugi vijek trajanja
- Dopuštaju kratkotrajna preopterećenja
- Upravljanje mjenjačem se lako automatizira
- Promjene prijenosnih omjera su velike
- Mogu se upotrijebiti kao izvori električne energije [1]

Nedostaci električnih mjenjača:

- Relativno velike težine i gabaritne mjere
- Mjenjači istosmjerne struje posjeduju komutator, a samim time i njegove nedostatke (iskrenje, trošenje, mogućnost kratkog spoja između motora i rotora i sl.)
- Relativno mali broj okretaja koji je ograničen centrifugalnim silama namota rotora
- Snaga koja se prenosi mjenjačem ovisi o magnetskoj indukciji između statora i rotora
- Mjenjač je u radu nužno hladiti
- Nedovoljna vrijednost stupnja korisnosti koja ne prelazi 0,75 – 0,8 [1]

3.4. Kombinirani mjenjač

Pod kombiniranim mjenjačima smatramo dva ili više mjenjača koja se ugrađuju zajedno na isto vozilo kako bi se nadoknadili nedostaci pojedinih mjenjača. Za sada se samo koriste dvije vrste kombiniranih mjenjača. To si hidromehanički i elektromehanički mjenjači. U oba slučaj mehanički mjenjači se kombiniraju zbog svoje velike prednosti u smislu velike korisnosti i prijenosnog omjera. [1]

3.4.1. Hidromehanički mjenjač

Tu se podrazumijeva kombinacija hidrodinamičkog i mehaničkog mjenjača. Tako hidromehanički mjenjač u sebi spaja prednosti oba mjenjača. Osnovni razlog za ovu kombinaciju jest povećanje nedovoljne veličine koeficijenta kod hidrodinamičkog mjenjača. Mehanički mjenjač je pogodan za ovu kombinaciju bilo da je s nepokretnom ili s pokretnom osi vratila. Pogodni su jer imaju visoki stupanj korisnosti i dovoljno velike prijenosne odnose. Kod rednog spoja energija motora uvijek se prenosi preko oba mjenjača. Unutrašnji gubitci se uvećavaju tj. stupanj korisnosti jednak je produktu stupnjeva korisnosti hidrodinamičkog i mehaničkog mjenjača. Paralelni spoj dijeli energiju koja se prenosi u dva toka i ponovno slaže u jedan to iza mjenjača. Odgovarajućim dimenzioniranjem tokova energije može se stupanj korisnosti hidromehaničkog mjenjača dobiti većim od stupnja korisnosti hidrodinamičkog mjenjača. U praksi se u procesu pokretanja i ubrzanja vozila s mjesta upotrebljava se pretežno hidrodinamički mjenjač zbog njegovih pogodnosti za takav proces, ali se s povećanjem broja okretaja njegov udio u prijenosu smanjuje, ili se u potpunosti isključuje. Tada se prijenos energije obavlja preko mehaničkog mjenjača, odnosno uz visok stupanj korisnosti tog mjenjača. [1]

3.4.2. Elektromehanički mjenjač

Elektromehanički mjenjači su proizvedeni radi poboljšanja osobina električnih mjenjača. Paralelni spoj električnog i mehaničkog mjenjača povećava stupanj korisnosti u odnosu na električni mjenjač i povećava mu broj okretaja. Električni se mjenjač primjenjuje pri pokretanju i ubrzavanju vozila s mjesta, i za svladavanje velikih vanjskih otpora u toku kretanja. U drugim uvjetima kretanja električni mjenjač se isključuje i za kretanje se koristi samo mehanički. [1]

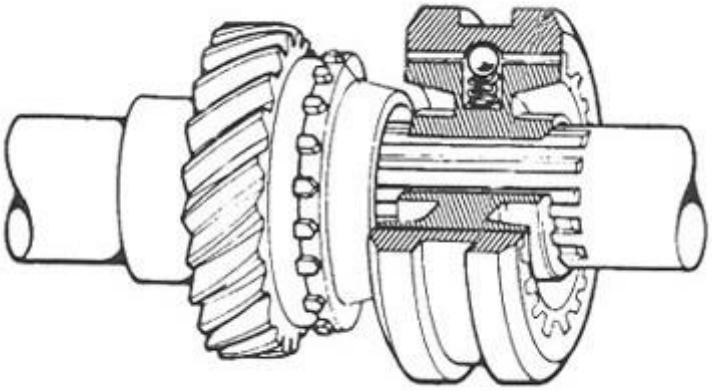
4. Tehničke značajke ručnih mjenjača

U današnje vrijeme još uvijek veliku većinu čine vozila koja pokreću motori s unutarnjim izgaranjem. Njihova široka primjena proizlazi iz niza prednosti poput male težine i volumena po jedinici snage i relativno dobra korisnost. Motori s unutarnjim izgaranjem sami po sebi ne mogu dati potreban okretni moment za svladavanje svih otpora vožnje i velikih sila koje se pritom javljaju, stoga se mora koristiti mjenjač koji različitim prijenosnim omjerima multiplicira okretni moment motora i tako omogućuje svladavanje svih otpora kretanju. [3], [2]

4.1. Princip rada i dijelovi ručnih mjenjača

Nedostaci motora s unutarnjim izgaranjem (benzinskih i dizelskih) očituju se u nepovoljnim brzinskim značajkama i velikoj ovisnosti potrošnje goriva o režimu rada. Na niskim okretajima imaju vrlo mali okretni moment, u srednjim okretajima stvari se bliže idealnom, ali pri visokim okretajima otpori unutar motora naglo rastu, a okretni moment se smanjuje. Zbog takve loše radne karakteristike potreban im je sustav prijenosa snage s više prijenosnih omjera, kako bi se izlazna radna karakteristika što više približila idealnoj. Mjenjači imaju spojku koja omogućuje odvajanje prijenosa momenta na mjenjač te promjenu stupnja prijenosa bez opterećenja. Iza spojke su, obično na dva ili tri vratila postavljeni, setovi zupčanika, upareni u odgovarajuće prijenosne omjere. Svaki stupanj prijenosa ima svoj zupčanički par koji je uvijek u zahvatu, a vozač ručicom mjenjača aktivira željeni par, odnosno stupanj prijenosa. Da bi se uključivanje para izvelo što lakše, obavlja se sinkronizacija, odnosno usklađivanje brzina vrtnje dijelova koji se uključuju. Otpuštanjem spojke ponovno se spaja pogon i prijenos, ali s drugim prijenosnim omjerom. Redukcija je najveća u najnižem stupnju prijenosa, pa je vučna sila na kotačima najveća. Kako raste brzina auta, tj. smanjuje se redukcija u mjenjaču, opada i vučna sila na kotačima. Zato auto slabije ubrzava u trećem nego u prvom stupnju prijenosa i još slabije u petom, ali se vozilo brže kreće jer je snaga umnožak brzine i sile. Ovim načinom je vučna karakteristika približena idealnoj vučnoj sili parnog stroja ili elektromotora, u obliku hiperbole. [18]

Važan dio mjenjača su sinkroni. To su pomični spojni prsteni, koji usklađuju, odnosno sinkroniziraju broj okretaja ulaznog vratila i para zupčanika koji se sprema biti uključen u prijenos snage te prenijeti moment nakon spajanja. Oni omogućuju mekano biranje između određenih parova zupčanika, pod uvjetom da u tom trenutku spojka mora biti odvojena. [18]



Slika 13. Sinkron [19]

4.2. Utjecaj broja stupnjeva ručnih mjenjača

Broj stupnjeva ručnog mjenjača ponajviše utječe na njegove značajke i izlazne karakteristike motora i samog vozila. U današnje vrijeme standard za osobne automobile predstavljaju ručni mjenjači s 5 stupnjeva, a česti su 6 stupanjski mjenjači. Nekoliko je prednosti većeg broja stupnjeva prijenosa.

- Efikasnost - najštedljiviji način vožnje određenom brzinom je prilikom što nižeg broja okretaja motora, odnosno koljenastog vratila, što rezultira manjim gubicima energije uzrokovanih trenjem u transmisiji, te manjim brojem taktova izgaranja u minuti i samim time manjom potrošnjom goriva
- Bolje ubrzanje vozila - ubrzavanje vozilom u najvišem stupnju prijenosa nije dobar način ukoliko se želi postići maksimalno ubrzanje jer je okretni moment na kotačima najmanji što rezultira slabim ubrzanjem. Više stupnjeva prijenosa omogućava pronalazak najpovoljnijeg raspona broja okretaja motora za ubrzavanje, koji je obično blizu broja okretaja gdje motor daje najveću snagu
- Veća krajnja brzina vozila - ugradnja glavnog prijenosnika s većim prijenosnim omjerom povećava okretni moment na kotačima, ali istovremeno smanjuje krajnju brzinu kretanja vozila pri maksimalnom broju okretaja motora u najvišem stupnju prijenosa. Dodavanjem dodatnog stupnja prijenosa uz iste prijenosne omjere mjenjača i glavnog prijenosnika omogućava se veća maksimalna brzina vozila [20]

4.3. Prednosti ručnih mjenjača

Ručni mjenjači imaju mnoge prednosti, a neke od njih su:

- Jednostavnost i pouzdanost - lakši popravak u slučaju kvara i jednostavniji su za dizajnirati i proizvesti, velika većina je robusno izrađena i dugotrajna
- Cijena - jednostavnost i manje materijala za izradu dovodi do manje cijene proizvodnje, te manje ukupne cijene vozila prilikom kupnje
- Manja ukupna masa - zbog jednostavnosti imaju manje dijelova i samim time manju ukupnu masu
- Efikasnost - kada je spojka uključena gotovo 100% okretnog momenta se prenosi kroz mjenjač
- Vozač ima veću kontrolu - ručni mjenjači omogućuju preskakanje stupnjeva prijenosa i odabir željenog stupnja prijenosa [21]

5. Tehničke značajke poluautomatskih i automatskih mjenjača

5.1. Poluautomatski mjenjači

Poluautomatski mjenjači su kombinacija ručnih i automatskih mjenjača. Takvi mjenjači nemaju papučicu spojke zato što je ona automatska i regulirana elektroničkim senzorima. Vozač može sam odabrati željeni stupanj prijenosa. Moderni poluautomatski mjenjači imaju opciju potpuno automatskog rada gdje elektronika ovisno o opterećenju i broju okretaja bira optimalan stupanj prijenosa, zbog toga često se nazivaju i automatskim mjenjačima.

5.1.1. Princip rada poluautomatskih mjenjača

Kod suvremenih poluautomatskih mjenjača vozač bira stupnjeve prijenosa postepeno, bez mogućnosti preskakanja stupnjeva, pomicanjem ručice birača prema naprijed (obično označeno kao "+") za viši stupanj ili unatrag (obično označeno kao "-") za niži stupanj prijenosa. Drugu konfiguraciju birača brzina, preuzetu iz bolida Formule 1, čine dvije poluge smještene iza upravljačkog kola čijim povlačenjem vozač bira stupnjeve prijenosa bez potrebe za pomicanjem ruku s upravljača, povlačenjem desne poluge bira se viši stupanj,a lijeve niži stupanj prijenosa. Ovakva konfiguracija je sve češća u osobnim automobilima, a gotovo neizostavna u sportskim automobilima visokih performansi. Obzirom da vozač nema nadzor nad spojkom, određeni senzorski signali, odnosno parametri utječu na upravljački proces, a to su: prekidač paljenja, brzina vrtnje motora, prepoznavanje stupnja prijenosa, prepoznavanje namjere promjene stupnja prijenosa, hod odvajanja, položaj pedale gasa, brzina vozila, te ABS/ASR signali. [2]

Dijelovi ovakve automatske spojke čine:

- samopodešavajuća spojka s tanjurastom oprugom i hidrauličnim središnjim potisnikom
- senzori za prepoznavanje namjere promjene stupnja prijenosa, trenutnog stupnja prijenosa, te hoda odvajanja
- upravljački uređaj sustava spojke

- izvršni elementi koje čine elektromotor s pužnim prijenosom, glavni cilindar i središnji potisnik [2]

Pomoću različitih ulaznih podataka kao što su brzina vrtnje kotača i motora, te mjenjača upravljački uređaj izračunava optimalno proklizavanje spojke za meko pokretanje vozila. [2]

Prepoznavanje trenutnog stupnja prijenosa omogućeno je pomoću dva beskontaktna senzora zakreta na uključnim polugama u mjenjaču. Uz signale sa senzora, za prepoznavanje stupnja prijenosa i namjere promjene stupnja upravljački uređaj prima signale preko CAN sabirnice od upravljačkih uređaja motora i ABS/ASR-a. Upravljački sklop obrađuje ulazne podatke, te na temelju njih generira i šalje izlazne signale izvršnim članovima, odnosno aktuatorima, te se tako kontrolira uključivanje i isključivanje spojke uz optimalno proklizavanje. Prilikom promjene stupnja prijenosa upravljački uređaj preko elektromotora s pužnim prijenosom djeluje na glavni cilindar, porast tlaka aktivira radni cilindar središnjeg potisnika i spojka se odvaja. Nakon uključivanja stupnja prijenosa, senzor javlja o odabranom stupnju prijenosa. Upravljački uređaj daje signal na elektromotor s pužnim prijenosom. Senzor u pužnom prijenosu mjeri hod odvajanja i šalje signal upravljačkom uređaju. Spojka uključuje s reguliranim proklizavanjem. Prilikom promjene stupnja prijenosa nije potrebno popustiti papučicu gasa jer upravljački uređaj automatski smanjuje količinu ubrizganog goriva, a nakon uključivanja spojke ponovno vraća količinu ubrizganog goriva. Tijekom normalne vožnje upravljački uređaj izračunava razliku brzine vrtnje motora i vratila spojke, te održava proklizavanja spojke u potrebnim granicama da bi se prigušile torzijske vibracije. Prilikom naglih ubrzavanja i promjena opterećenja, spojka se može nakratko isključiti, te se takvim kontroliranim proklizavanjem sprječava trzanje zbog promjena stupnjeva prijenosa. [2]

5.1.2. Prednosti i nedostaci poluautomatskih mjenjača

Neke od prednosti poluautomatskih mjenjača su:

- veća udobnost vožnje bez potrebe za pritiskanjem pedale spojke, te uglađena i brza promjena stupnja prijenosa
- nemogućnost odabira krivog stupnja prijenosa i moguće štete na transmisiji i motoru
- manji potreban prostor, masa i troškovi spram automatskih mjenjača
- mogućnost individualnog stila vožnje zbog mogućnosti ručnog biranja stupnjeva prijenosa
- mogućnost odvojenih programa za sportsku vožnju, lošije uvjete na kolniku ili vuču priključnih vozila
- visoka mehanička učinkovitost i smanjena potrošnja goriva
- manje trošenje tarnih obloga i potisnog ležaja
- prigušene torzijske vibracije i izostanak trzanja i štetnih prekida pogona
- ugodno pokretanje vozila iz stanja mirovanja [22], [2]

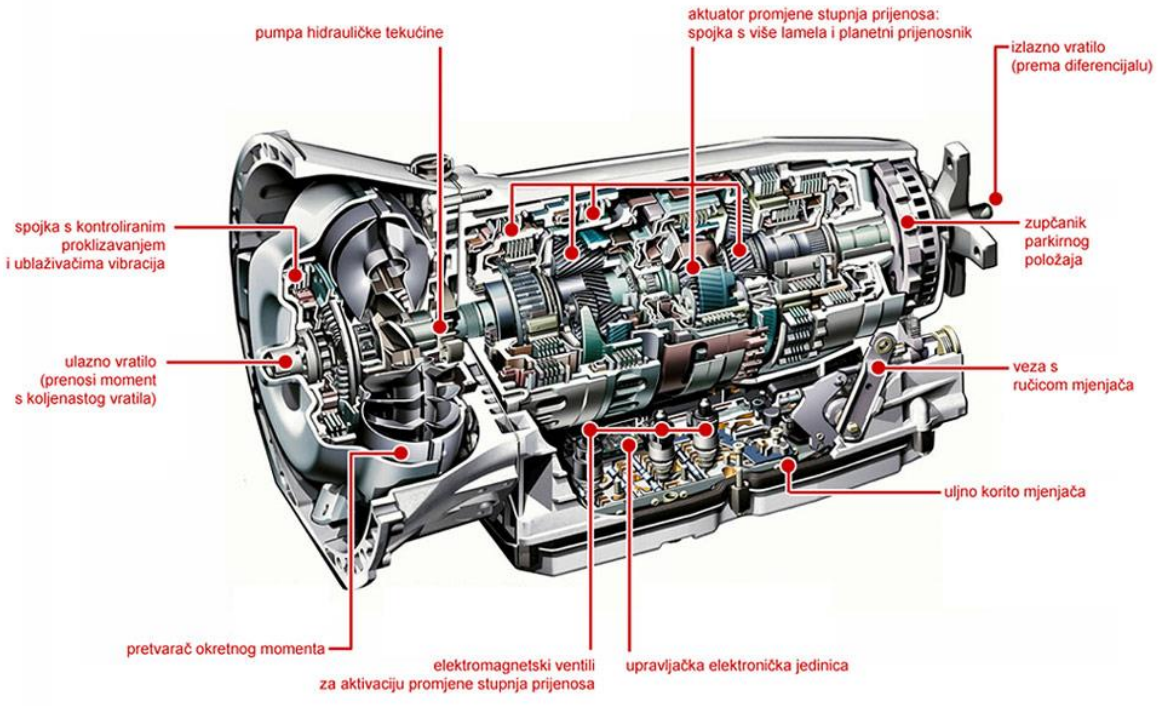
Nedostaci poluautomatskih mjenjača:

- kompleksniji od ručnih mjenjača
- skuplji prilikom kupovine i skuplje održavanje
- češći kvarovi nego kod ručnih mjenjača
- ponekad se javljaju proklizavanja i trzanja tijekom manevriranja prilikom parkiranja [23]

5.2. Automatski mjenjač

Automatski mjenjači su mjenjači koji mijenjaju stupnjeve prijenosa bez djelovanja vozača. Zadaća vozača je jedino odabrati smjer kretanja kad kreće iz stanja mirovanja, ostali stupnjevi prijenosa odabiru se automatski. Današnji automatski mjenjači imaju mogućnost ručnog biranja stupnja prijenosa, te prilikom vožnje vozaču daje veću kontrolu nad upravljanjem vozilom.

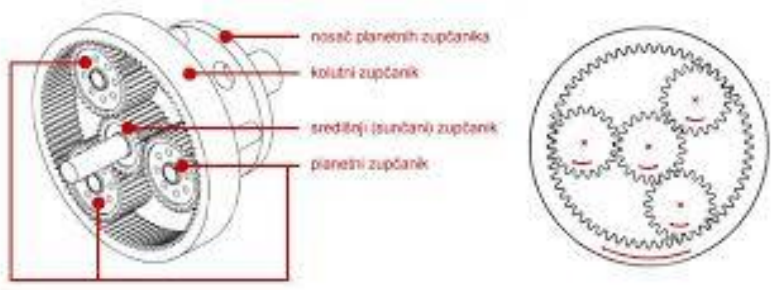
Automatski mjenjači su u početku koristili hidrodinamičke spojke, te planetarni prijenos. Hidrodinamička spojka je omogućavala rad motora i kad se vozilo nije kretalo. Zbog malog broja okretaja turbinsko kolo se nije okretalo što je omogućavalo stalni spoj motora sa ostatkom transmisije. Dakle ovakva vrsta spojke omogućila je potpuno automatizirani prijenos snage od motora do pogonskih kotača bez djelovanja vozača. Dijelovi automatskog mjenjača su: hidrodinamički pretvarač okretnog momenta, planetarni prijenosnik snage, te mehaničko-hidrauličko upravljanje i elektrohidrauličko upravljanje. [5]



Slika 14. Automatski mjenjač [24]

5.2.1. Planetarni prijenos

Planetarnim prijenosnik podrazumijeva prijenosnik koji posjeduje barem jedan zupčanik čija se os rotira oko centralne osi prijenosnika. Zupčanici čije se osi rotiraju oko centralne osi nazivaju se sateliti, oni ostvaraju dvije vrste rotacije – rotaciju oko svoje osi i oko osi centralnog prijenosnika. Zupčanici čije se osi rotacije poklapaju sa osi planetarnog prijenosnika nazivaju se centralni zupčanici. Ovi zupčanici mogu biti cilindrični ili konični sa unutrašnjim ili vanjskim ozubljenjem. Elementi prijenosnika koji nose satelite nazivaju se nosačima satelita. Planetarni prijenosnici znatno se razlikuju od prijenosnika sa nepokretnim osima rotacije, po većoj kompaktnosti i manjoj masi. Primjena planetarnih prijenosnika omogućila je za isto opterećenje zupčanika smanjenje modula zubaca, zbog raspodjele opterećenja na nekoliko satelita i više planetarnih redova, što je slučaj kod mjenjačkih prijenosnika vozila. Isto tako, primjena zupčanika sa kosim zupcima smanjuje njihovu buku pri radu, što je jedna od bitnih karakteristika planetarnih prijenosnika. [5]



Slika 15. Planetarni prijenos [25]

5.2.2. Mehaničko-hidraulički prijenos

U ovisnosti o upravljačkim veličinama magnetski ventili tako se aktiviraju da se uključuju i isključuju odgovarajuće lamelaste spojke i pojasne kočnice. Na taj se način određeni dijelovi planetarija pogone, odnosno blokiraju, mijenjajući stupanj prijenosa. [5]

Ovaj sustav upravljanja čine:

- Elementi za pretvorbu i prijenos energije (uljna pumpa i hidrauličko ulje)
- Senzori: centrifugalni regulator, senzor položaja ručice mjenjača, senzor položaja leptira gasa, Kickdown prekidač
- Aktori: pojasne kočnice, lamelaste spojke, spojke slobodnog hoda i uključi ventil [5]

Pumpa ulja - najčešće je korištena zubna pumpa s unutrašnjim ozubljenjem. Pumpa je spojena s ulaznim vratilom mjenjača. Na izlazu pumpe vlada radni tlak u sustavu, a svi ostali tlakovi su niži dobiveni reduciranjem radnog tlaka. Iz radnog tlaka se dobiva tlak punjenja hidrodinamičkog pretvarača, podmazivanja, modulacijski i regulacijski tlak. Tlakom podmazivanja podmazuju se ležajevi pretvarača i mjenjača. Ulje prolazi kroz hladnjak, gdje mu predaje višak topline. Radni tlak ulja vlada na razvodniku ručice mjenjača, centrifugalnom regulatoru i prigušnici. [5]

Centrifugalni regulator - pokretan je izlaznim vratilo mjenjača. Regulator pretvara radni tlak u regulacijski. Pri mirovanju vozila utezi regulatora su u stanju mirovanja, pa se radni tlak snižava zbog otvorenih preljevnih provrta. Povećanjem brzine vozila utezi se odmiču i krakovima pritišću kuglice koje pritvaraju preljevne otvore. [5]

Prigušnica - ventil prigušnice šipkom je povezan s membranom. S gornje strane membrane djeluje atmosferski tlak, s donje podtlak iz usisne cijevi nakon leptira gasa. Pri zatvorenom leptiru gasa u usisnoj cijevi vlada veliki podtlak, pa se ventil prigušnice zbog pomaka membrane gotovo zatvara. Radni tlak jako se prigušuje, što daje mali modulacijski tlak. Otvaranjem leptira gasa podtlak pada, membrana otvara ventil i modulacijski tlak raste. [5]

Uključni ventili - potrebni su za prosljeđivanje radnog tlaka uključenim elementima, a to su lamelaste spojke i pojasne kočnice. Uključni elementi spajaju, odnosno koče

odgovarajuće dijelove planetarnog mjenjača. Razlikujemo: uključne spojke (lamelaste), kočne spojke (pojasne kočnice), spojke slobodnog hoda. [5]

Lamelasta spojka - uključena je kad joj uključni ventil dovede ulje pod radnim talkom. Klip spojke potisne oprugu koja stlači paket lamela i tok snage je uključen. Kad nema radnog tlaka, spojka je isključena. Tok snage je prekinut. [5]

Spojka slobodnog hoda - spaja dijelove planetarija u jednom smjeru rotacije, dok se u drugom smjeru veza gubi. Osnovni dijelovi su vanjski i unutarnji prsten, kavez i u njemu uležištena zaporna tijela. Okreće li se vanjski prsten u smjeru kazaljke sata, a pri blokiranom unutarnjem prstenu, zaporna tijela zabijaju se u njihove površine blokirajući okretanje vanjskog prstena to znači da je tok snage uspostavljen. Kad se vanjski prsten okreće u suprotnom smjeru, zaporna tijela kližu po površini i veza je prekinuta, spojka je isključena. [5]

Pojasne kočnice - dijelovi pojasne kočnice su: čelična traka, tarne obloge, klipnjača i klip, kućište, opruga i regulacijski sklop. Ulje pod radnim tlakom gura klip koji preko klipnjače djeluje na čeličnu traku i zateže je oko bubnja. Povećanjem trenja bubanj se blokira. Deblokada se izvodi dovođenjem ulja s druge strane klipa. [5]

5.2.3. Elektro-hidraulički prijenos

Hidraulički upravljački sklop ovdje je povezan s električnim sklopom koji preuzima na sebe svu logiku regulacije, nadzora i upravljanja promjenama stupnjeva prijenosa. Elektronički upravljački sklop mjenjača obično je putem CAN- sabirnice spojen s ostalim elektroničkim sustavima vozila. [5]

Prednosti elektroničkog upravljanja radom automatskog mjenjača su:

- Visok komfor prebacivanja stupnjeva prijenosa
- Kratko vrijeme prebacivanja
- Korištenje zajedničkih senzora
- Redukcija šumova i buke mjenjača
- Moguć izbor programa stupnjeva prijenosa
- Prilagodba programa promjene stupnja prijenosa tipu vozača [5]

Želju vozača elektronički sklop doznaje na temelju:

- Položaja ručice mjenjača
- Programskog prekidača
- Senzora leptira gasa
- Kick-down prekidača

Ostali signali su broj okretaja vratila mjenjača, broj okretaja motora, temperatura motornog ulja, signal kočenja. Svi ovi podaci se obrađuju u EGS-u (elektronički upravljački sklop mjenjača), gdje se uspoređuju sa zapisanim vrijednostima, te se na temelju toga određuju upravljački signali. [5]



Slika 16. Upravljački i nadzorni sustav automatskog mjenjača [26]

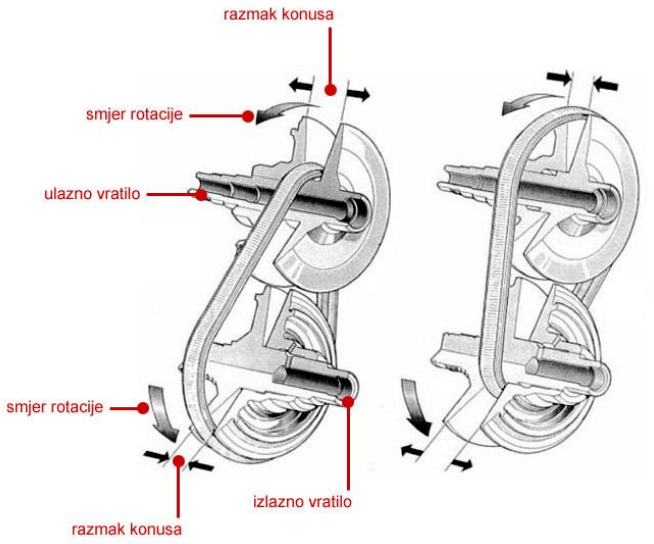
5.2.4. Kontinuirani prijenos

Promjena stupnja je kontinuirana. Kontinuirani mjenjači daju beskonačno velik broj prijenosnih omjera. Proizvode se kao mehanički i električni. Promjena stupnja prijenosa u pravilu je automatska, kontinuirani mjenjači mogu iskoristiti punu snagu pri bilo kojoj brzini vozila, a samo vozilo dostiže maksimalnu brzinu. [5]

Dijelovi kontinuiranog automatskog mjenjača s remenskim pogonom su:

- Pogonska konusna remenica
- Gonjena konusna remenica
- Čelična traka s člancima
- Planetarij
- Tlačni cilindri
- Lamelaste spojke

Princip rada mjenjača s kontinuiranom promjenom stupnja prijenosa je sljedeći. Moment okretanja prenosi se trenjem pomoću paketa čeličnih traka s pomičnim lamelama. Motor predaje snagu pogonskoj konusnoj remenici koja se čeličnom trakom prenosi na gonjenu remenicu. Uzdužnim pomicanjem polovica konusnih remenica efektivni polumjeri gonjene i pogonjene remenice kontinuirano se mijenjaju. Najveći prijenosni omjer se postiže pri najvećem radijusu pogonjene remenice i najmanjem radijusu gonjene remenice. [5]



Slika 17. Princip rada kontinuiranog mjenjača [27]

6. Zaključak

Svakodnevnim razvojem novih tehnologija unaprjeđuje se sustav koji čini cestovno vozilo, pa tako i sam sustav transmisije koji ima veliku ulogu kod cestovnih vozila. Eksploatacijske značajke transmisije uvelike utječu na ubrzanje, opterećenost motora, potrošnju goriva, te maksimalnu brzinu vozila. Sa gledište vozača transmisija utječe na udobnost vožnje i koncentraciju u prometu. Još uvijek zastupljenost ručnih mjenjača je velika zbog dugotrajnosti u eksploataciji. Konstrukcija im je jednostavna, te su time jeftini za proizvodnju i eksploataciju. Kod ručnih mjenjača stupanj korisnosti je veoma visok jer prenosi gotovo 100 % okretnog momenta s motora dalje na transmisiju. Takav stupanj korisnosti rezultira manjem gubitku energije, te naposljetku smanjenom potrošnjom goriva. Razvojem sustava razlike između ručnih i automatskih mjenjača su se drastično smanjile. Karakteristične značajke ručnih mjenjača počele su zaostajati za značajkama automatskih mjenjača, te su automatski mjenjači počeli dominirati nad njima. Suvremeni automatski mjenjači nude do 9 stupnjeva prijenosa za hod unaprijed, te tako pružaju visok komfor vožnje i smanjuju gubitke u prijenosu što rezultira smanjenje potrošnje goriva. Danas su sve zastupljeniji automatski mjenjači zbog njihovih povoljnih karakteristika ali još uvijek se razlikuju po cijeni od ručnih mjenjača koji su dosta jeftiniji.

LITERATURA

[1]. Hnatko, E., Motorna cestovna vozila, Tehnička knjiga Zagreb 1978. godine

[2]. Ranogajec, D., Voloder, I., Tehnika motornih vozila, Pučko otvoreno učilište Zagreb, 2013. godine

[3]. Zavada, J., Prijevozna sredstva, Fakultet prometnih znanosti Zagreb, 2000. godine

[4]. Živanović, Z., Janjičević, N., Automatske transmisije motornih vozila, Ecolibri 2000. godine

[5]. Šafran, S., Vlašić, Z., Tehnika motornih vozila, Hrvatska obrtnička komora: Pučko otvoreno učilište Zagreb, 2006. godine

[6]. https://www.google.hr/search?q=transmisija+vozila&sxsrf=ALeKk02nztB7NraXsR_LOF7ZCJW6XhtKmw:1599337739547&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjJs92u7dLrAhWWh1wKHQT3Ad0Q_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=GsbziLeMtZLqUM (preuzeto: 23.08.2020.)

[7]. https://www.google.hr/search?q=tarna+spojka&tbm=isch&ved=2ahUKEwjnv_Hp7NLrAhVK2KQKHderCJkQ2-cCegQIABAA&oq&gs_lcp=CgNpbWcQARgBMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnMgcIIxDqAhAnOgQIIxAnOgQIABAeUN7NBViC0wVg79wFaAFwAHgDgAFyiAH0BZIBAzAuN5gBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&sclient=img&ei=e_RTX6eWCsqwkwXX16LICQ&bih=930&biw=1920#imgrc=7l3r3sqmGarXjM (preuzeto: 23.08.2020.)

[8]. https://www.google.hr/search?q=hidrodinami%C4%8Dka+spojka&sxsrf=ALeKk02yzImmRmzJXZN1uHLubKErksFI5g:1599337593074&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiVrfHo7NLrAhWbiFwKHXFeDuAQ_AUoAXoECBEQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=fCDQOsibyEityM (preuzeto: 23.08.2020.)

[9]. https://www.google.hr/search?q=elektromagnetska+spojka&sxsrf=ALeKk02XZPou1rSzXmP0gk2lXGep6cOqWg:1599338051121&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjOnabD7tLrAhUSi8MKHZt6CbAQ_AUoAXoECBIQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=ILsIHgoHd8NUYM (preuzeto: 23.08.2020.)

[10]. https://www.google.hr/search?q=getriba&tbm=isch&ved=2ahUKEwibrZbD8tLrAhWZNuwKHaswDN4Q2-cCegQIABAA&oq=getriba&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyBAgAEB4yBggAEAUQHjIGCAAQBRAeOgQIIxAnOgQIABBDOgUIABCxAzoHCCMQ6gIQJzoICAAQsQMQgwFQsPQBWOKTAmCkmQJoAXAAeACAAXGIAdkKkgEEMS4xMpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nsAEKwAEB&sclient=img&ei=dPpTX5ujJJntsAer4bDwDQ&bih=979&biw=1920#imgrc=bR0X8W71-dfszM (preuzeto: 29.08.2020.)

[11]. https://www.google.hr/search?q=kardansko+vratilo+kamion&tbm=isch&ved=2ahUKEwiE39Hj9dLrAhVDKewKHZ5nBLAQ2-cCegQIABAA&oq=kardansko+vratilo+kamion&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoCCAA6BAgAEBg6BAgAEB5Q49EBWPyYAmCNmwJoAHAAeACAAZkBiAGHEJIBBDUuMTOYAQCgAQGqAQtnd3Mtd2l6LWltZ8ABAQ&sclient=img&ei=3f1TX8T8O8PSsAeez5GACw&bih=930&biw=1920#imgrc=V6aK0HQeKWeBDM&imgdii=o3vJwWYvJy8quM (preuzeto: 29.08.2020.)

[12]. https://www.google.hr/search?q=razvodnik+pogona&sxsrf=ALeKk02pbHrnjYz8_9Mp7gFgMs0j3KpftQ:1599340589002&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjYqbr999LrAhVos4sKHeuCB1cQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=HLILxW50FZ5tnM

(preuzeto: 29.08.2020.)

[13]. https://www.google.hr/search?q=pogonski+most&sxsrf=ALeKk005p0hQP7m5GP3opqf9I3DjDvo5MA:1599341191280&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwixpNKc-tLrAhXniIsKHTW_DOAQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=hTelsBumuDGCEM&imgdii=-M0Vt_V-qTWwMM (preuzeto: 29.08.2020.)

[14]. https://www.google.hr/search?q=glavni+prijenosnik&sxsrf=ALeKk03BRBpwaKgeqrH3K8Jq5hXCs4K2cw:1599391579431&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjamcv3tdTrAhUbHcAKHS3XCC4Q_AUoAnoECAwQBA&biw=1920&bih=979#imgrc=u8SlSLaef9PWwM&imgdii=bpnUKxuFM3-TSM (preuzeto: 30.08.2020.)

[15]. https://www.google.hr/search?q=diferencijal&sxsrf=ALeKk02n0XLXGVuP3oYxe6NoqCeVE_d6Ew:1599392506205&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjh6MCxudTrAhXMiFwKHRJ3BisQ_AUoAXoECBMQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=MPqq4c_q9-WjFM

(preuzeto: 30.08.2020.)

[16]. https://www.google.hr/search?q=poluosovina&tbm=isch&ved=2ahUKEwi_7cymvNTrAhXZM-wKHWhNCEYQ2-cCegQIABAA&oq=poluosovina&gs_lcp=CgNpbWcQAzICCAAyAggAMgIIADICCAAyAggAMgIIADICCAAyBAgAEB4yBAgAEB4yBAgAEB46BwgjEOoCECc6BAgjECc6BAgAEEM6BQgAELEDOgYIABAFEB5Q3ZsBWOm0AWDVugFoAXAAeACAAbkCiAHEEJIBBzAuNi40LjGYAQCgAQGqAQtnd3Mtd2l6LWltZ7ABCsABAQ&sclient=img&ei=CM5UX7_JJtnnsAfomqGwBA&bih=930&biw=1920#imgrc=cHF_cROeuV2kwM (preuzeto: 30.08.2020.)

[17]. https://www.google.hr/search?q=mehani%C4%8Dka+getriba&tbm=isch&ved=2ahUKEwjq7aCOxNTrAhWVOuwKHTqECOMQ2-cCegQIABAA&oq=mehani%C4%8Dka+getriba&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoECAAQGDoCCAA6BAgAEB5Q-nlY66EBYK6jAWgAcAB4AIABdogBvg6SAQQ2LjEymAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=OdZUX6rtA5X1sAe6iKKYDg&bih=930&biw=1920#imgrc=m-sgzdv-HHZ9rM&imgdii=F-73O5ISuaHKZM (preuzeto: 30.08.2020.)

[18]. https://autoportal.hr/tehnika/mjenjac-rucni-kako-funkcionira-i-cemu-sluzi/

(preuzeto: 30.08.2020.)

[19]. https://www.autonet.hr/aktualno/tehnika/skola/prijenos-snage-ii/

(preuzeto: 30.08.2020.)

[20]. https://www.carthrottle.com/post/engineering-explained-4-reasons-why-transmissions-with-loads-of-gears-are-a-good-idea/ (preuzeto: 30.08.2020.)

[21]. https://www.carthrottle.com/post/engineering-explained-how-manual-transmissions-work-and-why-theyre-better/ (preuzeto: 30.08.2020.)

[22]. http://ciak-auto.hr/novosti/automatizirani-rucni-mjenjac-inteligentno-mijenjanje-brzina/ (preuzeto: 05.09.2020.)

[23]. https://www.autotrader.com/car-info/definitions-automated-manual-transmission-214430 (preuzeto: 05.09.2020.)

[24]. https://www.google.hr/search?q=automatski+mjenja%C4%8D&sxsrf=ALeKk01fUUY1Ns3BCcMmk5Fsq_-Aqmt6GA:1599409904981&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiH_fGZ-tTrAhVJfMAKHasODDEQ_AUoAXoECBIQAw&biw=1920&bih=979#imgrc=Rvrz5W2o58M-dM&imgdii=lXm0-khI43mLsM (preuzeto: 05.09.2020.)

[25]. https://www.google.hr/search?q=planetarni+prijenos+&tbm=isch&ved=2ahUKEwjW3cya-tTrAhUBwAIHHYTUB_QQ2-cCegQIABAA&oq=planetarni+prijenos+&gs_lcp=CgNpbWcQAzIECAAQHjoECAAQQzoCCAA6BggAEAUQHjoGCAAQCBAeOgQIABAYOgcIIxDqAhAnOgQIIxAnOgUIABCxAzoICAAQsQMQgwFQqb4rWOPgK2CR5CtoAXAAeAOAAdsBiAGDH5IBBzExLjI1LjGYAQCgAQGqAQtnd3Mtd2l6LWltZ7ABCsABAQ&sclient=img&ei=8g5VX9acHIGAi-gPhKmfoA8&bih=979&biw=1920#imgrc=eEiYurCcLZV8-M (preuzeto: 05.09.2020.)

[26].
https://www.google.hr/search?q=upravlja%C4%8Dki+i+nadzorni+sustav+automatskog+mjenjaca&tbm=isch&hl=hr&sa=X&ved=2ahUKEwjVrdjJhtXrAhWCP-wKHQ6XApUQBXoECAEQKA&biw=1903&bih=930#imgrc=gCoXyKba-h7KJM

(preuzeto: 05.09.2020.)

[27].
https://www.google.hr/search?q=kontinuirani+automatski+mjenja%C4%8D&sxsrf=ALeKk00G3v6KU5vXmXfH_TAvHc8yHFIKsQ:1599413842347&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiMza_viNXrAhXspYsKHSpxCasQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1920&bih=930#imgrc=ILpKilAhQ9l4yM (preuzeto: 05.09.2020.)

POPIS SLIKA

Slika 18. Transmisija vozila

Slika 19. Tarna spojka

Slika 20. Hidrodinamička spojka

Slika 21. Elektromagnetska spojka

Slika 22. Mjenjač

Slika 6. Kardansko vratilo

Slika 7. Razvodnik pogona

Slika 8. Pogonski most

Slika 9. Glavni prijenosnik

Slika 10. Diferencijal

Slika 11. Pogonsko vratilo

Slika 12. Mehanički mjenjač

Slika 13. Sinkron

Slika 14. Automatski mjenjač

Slika 15. Planetarni prijenos

Slika 16. Upravljački i nadzorni sustav automatskog mjenjača

Slika 17. Princip rada kontinuiranog mjenjača

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Utjecaj mjenjača na eksploatacijske značajke cestovnih vozila**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 8.9.2020.

Student/ica:
Dalibor Cančar
(potpis)