

**Факултет инжењерских наука**

**Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**

**Ниво студија: Основне академске студије**

**Модул: Енергетика и процесна техника**

**Предмет: Пренос снаге флуидом**

**Број индекса: 224/2008**

**Александар М. Стевановић**

**Хидраулички систем управљања  
хидродинамичким преносницима снаге  
завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

1. **др Вања Шуштершич, ванр. проф.**

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Датум  
одбране: \_\_\_\_\_

Оцена: \_\_\_\_\_

У оквиру задатка неопходно је да се:

- објасни принцип рада хидродинамичких преносника снаге,
- прикаже хидраулички систем управљања хидродинамичким преносником снаге,
- опише принцип рада свих компоненти које су саставни део хидрауличног система управљања.

Препоручена литература:

- [1] Живановић З., Јанићијевић Н.; Аутоматске трансмисије моторних возила, Еколибри, 2000.
- [2] Hydraulic Control Systems – J. R. Doidge and C. W. Cline *Hydra-matic Div., General Motors Corp*

Датум:

24.09.2012.год.

Предметни наставник:

Др Вања Шуштершич, ванр.проф.

## Резиме

У оквиру овог завршног рада дате су основе хидрауличких системима за пренос снаге. Објашњен је принцип рада хидродинамичких преносника снаге, подела хидрауличких система за пренос снаге, као и подела компонената који чине основу хидродинамичких преносника. Такође је приказан и принцип рада главних и помоћних компоненти који чине систем хидрауличног управљања једног хидрауличног преносника снаге.

**Кључне речи:** Хидраулички систем, пренос снаге, хидродинамички систем, компоненте

## Abstract

In this final paper were shown the basics of hydraulic system for power transfer. It is shown the basic principle of how hydrodynamic converter works, subdivision of hydraulic systems for power transfer, as well as listing of components that make base of hydrodynamic converters. This works contains working principle of main and compensating components of hydraulic power system.

**Key words:** Hydraulics system, power system, hydrodynamic system, components

## Садржај

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.0 Увод.....                                                                  | 6  |
| 2.0 Хидраулички пренос снаге.....                                              | 7  |
| 2.1 Хидростатички преносници снаге .....                                       | 7  |
| 2.2 Хидродинамички преносници снаге .....                                      | 7  |
| 3.0 Хидродинамичке спојнице.....                                               | 10 |
| 3.1 Опис, конструкција и принцип рада.....                                     | 10 |
| 3.2 Регулационе турбоспојнице .....                                            | 12 |
| 3.3 Примена регулационих спојница.....                                         | 12 |
| 3.4 Хидродинамички преносници снаге .....                                      | 13 |
| 3.5 Неке предности хидропреносника у односу на механичке преноснике снаге..... | 16 |
| 3.6 Недостаци турбомењача .....                                                | 17 |
| 3.7 Аутоматска трансмисија.....                                                | 17 |
| 4.0 Хидраулички систем управљања.....                                          | 19 |
| 4.1 Општа конфигурација хидрауличног система.....                              | 20 |
| 4.2 Основне карактеристике компонената хидрауличног система.....               | 24 |
| 4.2.1 Пумпе за уље .....                                                       | 25 |
| 4.2.2 Главни вентил за регулацију притиска.....                                | 26 |
| 4.2.3 Вентили за управљање претварачем.....                                    | 27 |
| 4.2.4 Преливни (заштитни) вентили .....                                        | 28 |
| 4.2.5 Аутоматски вентили .....                                                 | 28 |
| 4.2.6 Ручно управљани вентили .....                                            | 28 |
| 5.0 Електрохидраулички системи управљања .....                                 | 30 |
| 5.1 Основне карактеристике компонената електрохидрауличног система .....       | 34 |
| 5.2 Електронски уређај за управљање трансмисијом .....                         | 34 |
| 5.3 Бирач режима рада .....                                                    | 35 |
| 5.4 Команда кочнице.....                                                       | 37 |
| 5.5 Давач оптерећења мотора.....                                               | 38 |

---

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 5.6 Давач брзине возила.....                                 | 38 |
| 5.7 Електромагнетски и пропорционални вентили.....           | 39 |
| 6.0 Систем за управљање трансмисијама Volvo Powertronic..... | 40 |
| 7.0 Закључак .....                                           | 43 |
| 8.0 Литература.....                                          | 44 |

## 1.0 Увод

Преносником снаге назива се систем преноса енергије од изворе енергије до потрошача. Према принципу рада, преносници снаге се деле на:

- механичке,
- електричне,
- хидрауличке, и
- пнеуматичке.

### Хидраулички или хидропреносници снаге

Хидраулични преносници су сложене машине са елементима које се могу сврстати у три групе:

- хидрауличне радне машине,
- хидрауличне моторне машине,
- компоненте за напајање и управљање.

Основне компоненте хидропреносника су:

- хидромотор или турбина и
- пумпа,
- елементи везе.

Предност хидрауличног преноса снаге у односу на остале је у малим габаритима и малој специфичног тежини у односу на снагу, као и малом моменту инерције покретних делова. Хидраулички пренос снаге се врши посредством течности, најчешће минералног хидрауличног уља или незапаљивих течности за хидраулику. Основне компоненте ових преносника су претварачи енергије, у којима се механичка енергија трансформише у енергију струје радне течности, и обрнуто.

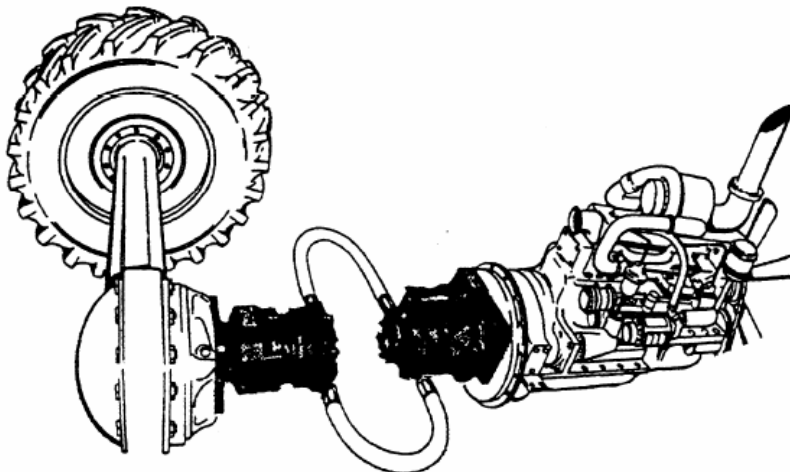
## 2.0 Хидраулички пренос снаге

Постоје две врсте хидрауличног преноса снаге:

- хидростатички (запремински) и
- хидродинамички (турбопреносници).

### 2.1 Хидростатички преносници снаге

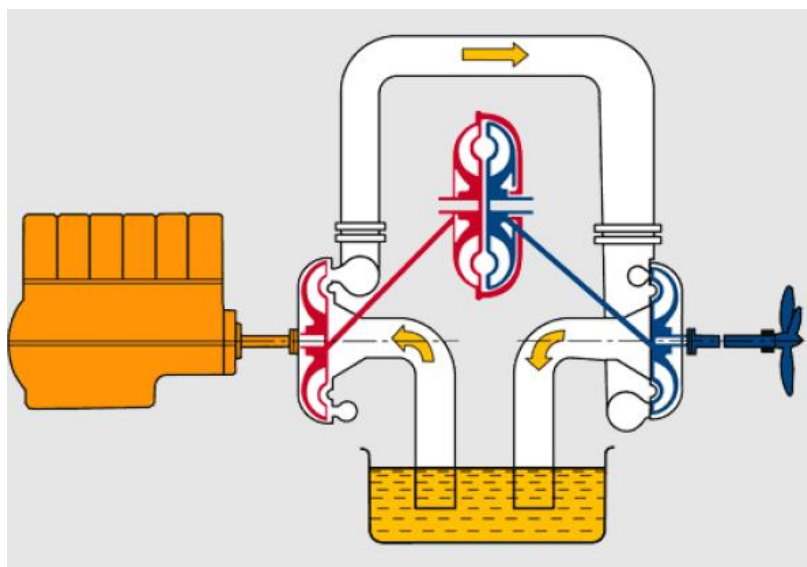
Код хидростатичких преносника претвараачи енергије су запреминска пумпа на улазу и запремински хидромотор или хидроцилиндар на излазу. Рад ових претвараача карактерише релативно мали проток течности, па пренесена снага углавном зависи од притиска течности (теоријски, снага је једнака производу запреминског протока и притиска). Због малог протока радне течности, овакви преносници се називају хидростатичким.



Слика 1. Хидростатичка трансмисија

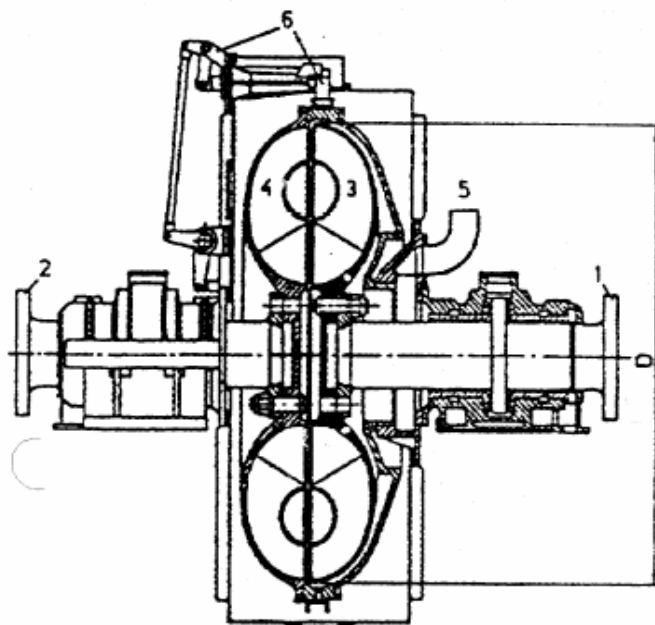
### 2.2 Хидродинамички преносници снаге

Код хидродинамичких преносника снаге претвараачи енергије раде по принципу турбомашине, центрифугалне пумпе и турбине. Због тога се овакви преносници називају и турбопреносницима снаге. Механички рад улазног (погонског) вратила, посредством редног кола пумпе изазива струјање радне течности и повећање њене енергије, и то пре свега кинетичке (убрзавање флуида). Успоравањем струје флуида у обртном колу турбине, струјна енергија се трансформише у механички рад обртања излазног (гоњеног) вратила. Струјање течности у хидродинамичком преноснику снаге карактерише релативно низак притисак, па се пренос снаге углавном врши на рачун протока.

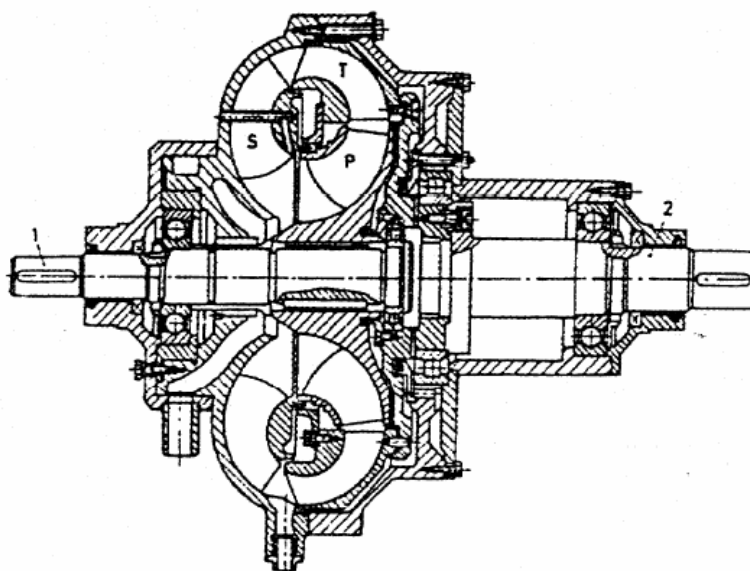


Слика 2. Шема првог хидродинамичког мењача

Код хидродинамичког преносника квалитет обраде није најважнији услов квалитетног преноса снаге, а како су притисци код ових преносника ниски, заптивање се једноставно решава. Размена енергије у радном колу пумпе и турбине остварује се у условима динамичке интеракције између лопатица радног кола и радне течности. Деловањем лопатица радног кола пумпе енергетски ниво течности се повећава, што се манифестује повећањем притиска и кинетичке енергије радне течности. У турбинама течност преноси енергију радном колу, па се у течности смањује притисак и кинетичка енергија.



Слика 3. Хидродинамичка спојница  
1- Улазно вратило, 2- Излазно вратило, 3 - Пумпа, 4 - Турбина, 5 - Довод уља,  
6 - Уређај за пражњење



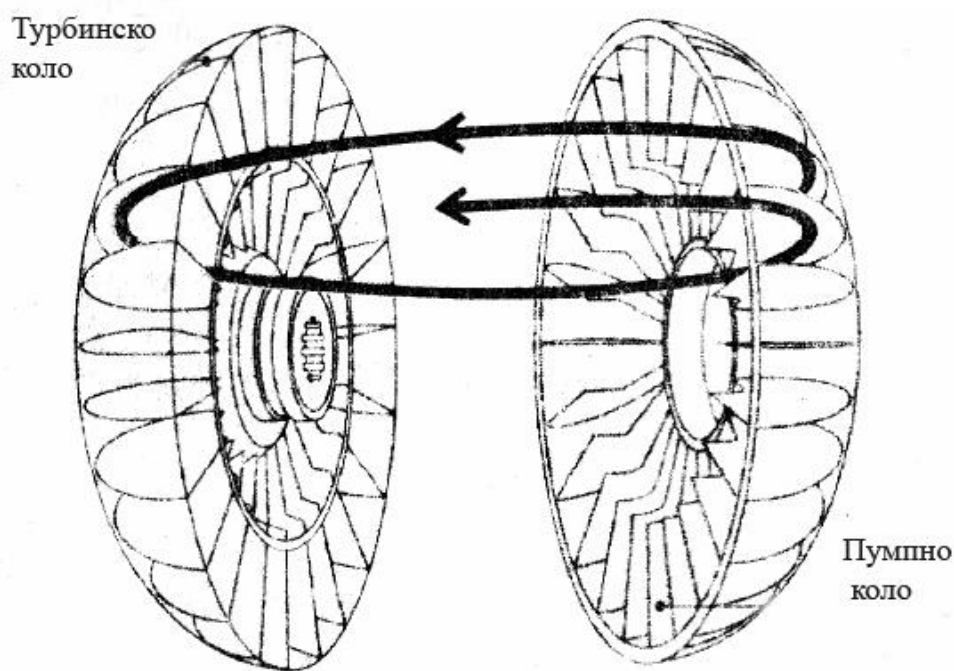
Слика 4. Хидродинамички мењач  
P-Пумпа, T-Турбина, S-Усмерни апарат, 1-Вратило пумпе (улазно),  
2-Вратило турбине (излазно)

### 3.0 Хидродинамичке спојнице

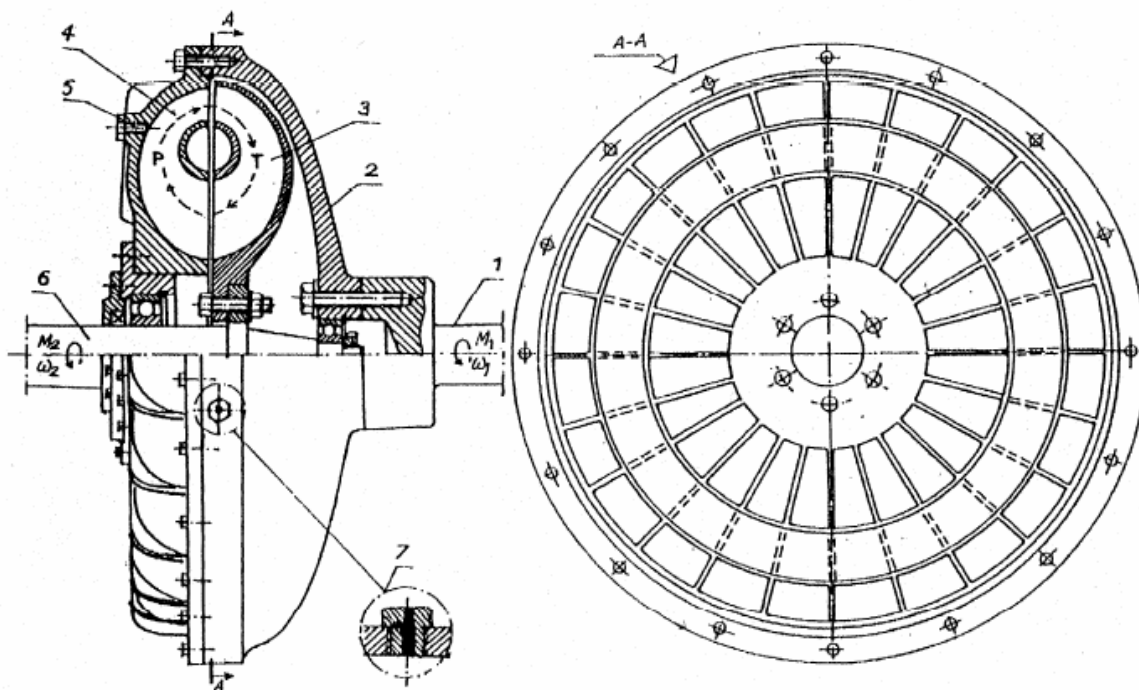
#### 3.1 Опис, конструкција и принцип рада

Хидродинамичка спојница се састоји из пумпног и турбинског кола и кућишта које је чврсто везано са пумпним колом и обрће се заједно са њим. На слици 6 приказана је хидродинамичка спојница са унутрашњим торусом. Улога унутрашњег торуса је да образује струјно поље према унапред дефинисаној путањи циркулације.

На слици 6 приказана је хидродинамичка спојница са константним пуњењем (код које се пуњење у току рада не може мењати) и симетричним, односно приближно симетричним радним колима.



Слика 5. Принцип рада хидродинамичке спојнице



Слика 6. Хидродинамичка спојница са унутрашњим торусом  
 1- Погонско вратило, 2- кућиште, 3- турбинско коло, 4- пумпно коло,  
 5- отвор за пуњење спојнице, 6- гоњено вратило,  
 7- топлотни осигурач

Вратило пумпног кола хидродинамичке спојнице везано је за погонски агрегат, док је вратило турбинског кола директно или преко механичке трансмисије у вези са погоњеним агрегатом. Механички рад се са вратила пумпног кола преноси на вратило турбинског кола преко течности која циркулише у овим колима. Циркулацију радне течности изазива пумпно коло које потискује течност ка периферији кола, повећавајући јој струјну енергију. У турбинском колу, са смером струјања од периферије ка центру, течност се успорава, и на рачун смањења своје енергије предаје механички рад турбинском колу.

У експлоатацији хидродинамичких спојница максималне дозвољене температуре уља се крећу у границама од 80-100 °С. При дужем раду са већим клизањем долази до интензивнијег загревања уља и делова спојнице, што је праћено повећањем термичких напона у елементима спојнице. Да ови напони не би прекорачили дозвољене границе, хидродинамичке спојнице имају топлотне осигураче - сигурносне чепове на ободу спојнице који се топе на температури од 130- 140 °С и испуштају уље из радног простора, чиме се прекида пренос снаге и погонски мотор се растеређује. Због ширења радне течности услед загревања, хидродинамичка спојница није у потпуности испуњена радном течношћу. Степен пуњења се креће максимално до 85-90% од запремине која би могла да се испуни радном течношћу.

Занемарујући отпоре ваздуха при обртању спојнице и трење у лежиштима, моменти на улазном (пумпном) и излазном (турбинском) вратилу се могу сматрати једнаким:

$$M_1 = M_2 = M$$

Снаге на улазном и излазном вратилу су:

$$P_1 = M \cdot \omega_1$$

$$P_2 = M \cdot \omega_2$$

па је степен корисности хидродинамичке спојнице дефинисан као:

$$\eta = P_2 / P_1 = \omega_2 / \omega_1 = n_2 / n_1 = i$$

### 3.2 Регулационе турбоспојнице

Према могућности промене броја обртаја излазног вратила, односно промене величине излазног момента, хидрауличне спојнице могу се поделити на *нерегулационе* (такође називане и спојнице константног пуњења) и *регулационе* (спојнице променљивог пуњења).

Код *регулационих турбоспојница* моментна карактеристика спојнице није једнозначна функција преносног односа већ зависи и од регулационог параметра, на чију вредност се делује споља.

*Нерегулационе* турбоспојнице карактерише константна количина радног флуида у њиховом радном простору, чиме је онемогућена промена излазних параметара.

### 3.3 Примена регулационих спојница

Уопштено гледано, најчешћа област примене хидродинамичких спојница је у погону тешко оптерећених машина и уређаја, какве се налазе у индустрији грађевинске механизације, рударству, код погона железничких машина, у бродоградњи и у индустрији моторних возила. Проблеми које намећу тешки услови рада и велика оптерећења којима су изложене погонске машине примењене у грађевинској индустрији једино је и могуће решити применом хидродинамичког преноса снаге. У овој области, хидродинамичке спојнице користе се било самостално, било у комбинацији са механичким мењачем.

Према подацима немачког произвођача хидродинамичких спојница “Voith”, примена регулационих спојница долази у обзир код тешко оптерећених турбомашина, друмских возила и у трансмисијама бродских мотора. Своју примену регулационе хидродинамичке спојнице налазе у у процесној индустрији, рударству, бродоградњи и аутомобилској индустрији, код тешких возила.

### 3.4 Хидродинамички преносници снаге

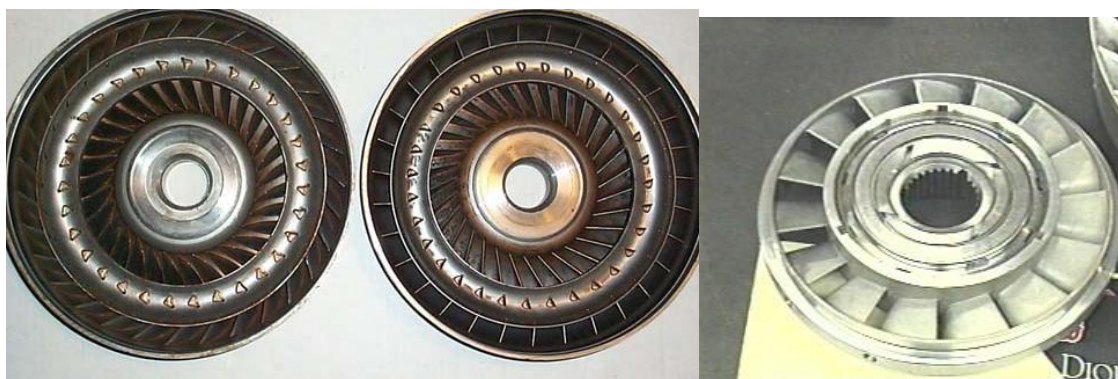
Хидродинамички или турбомењачи су турбомашине за пренос снаге, промену момента обртног кретања посредством радне течности која циркулише кроз њихов радни простор. Пренос снаге се врши без круте везе и механичког додира погонског и гоњеног вратила. Трансформација параметара снаге обртног кретања гоњеног вратила (обртни момент и угаона брзина) у односу на параметре погонског вратила, врши се континуално и аутоматски се прилагођава оптерећењу на гоњеном вратилу.

Хидродинамички мењачи, за разлику од хидродинамичких спојница, поред пумпног и турбинског кола имају и непокретно лопатично коло спроводног апарата (реакторско коло).



Слика 7. Лопатична кола турбомењача

Пумпна кола су по правилу центрифугална (са излазним пречником већим од улазног). Турбинска кола могу бити центрифугална, центрипетална или осна док непокретна спроводна кола могу бити центрипетална или осна.



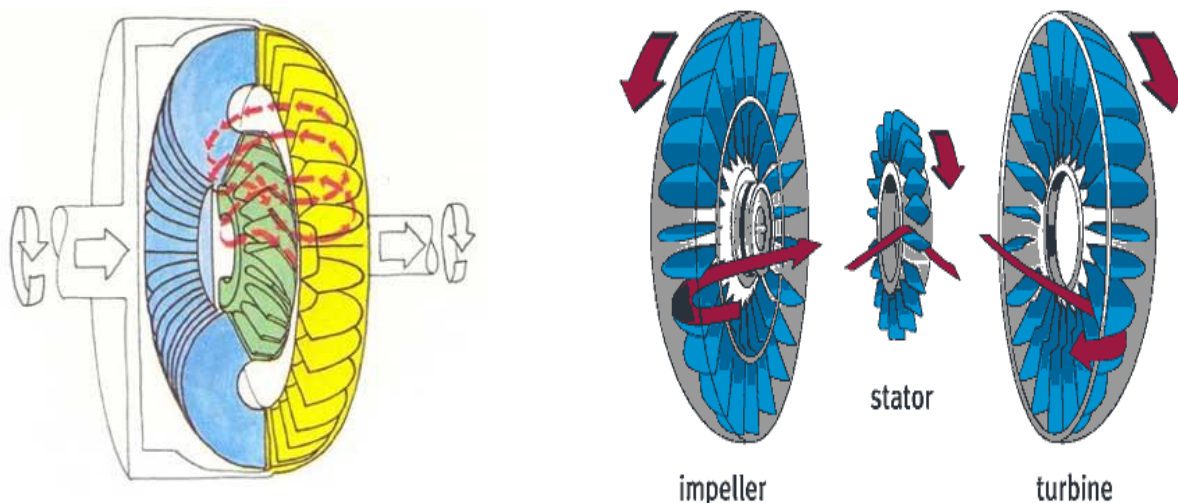
Слика 8. Приказ лопатичних кола у турбомењачу

Што се тиче редоследа протицања, постоје две основне шеме циркулације кроз мењач. Према једној течност струји смером пумпа, турбина, спроводни апарат (PTS), а према другој шеми, циркулација је смера пумпа, спроводни апарат, турбина.

Због промене момента количине кретања струје течности у спроводном апарату, момент кола турбине разликује се од момента кола пумпе. Да ли ће момент кола турбине бити већи или мањи од момента кола пумпе зависи од тога да ли се у спроводном апарату, услед скретања струје (промене вектора брзине), момент количине кретања струје течности повећава или смањује.

Вишестепени мењачи имају више турбинских и спроводних кола и по правилу једно пумпно коло. Турбинска кола су међусобно повезана и чине једно вишестепено турбинско коло. Занемарујући трење у лежиштима и заптивачима, момент на излазном вратилу вишестепеног хидродинамичког мењача разликује се од момента на улазном вратилу за величину збира активних момената свих спроводних апарата у мењачу.

Код сложених (комплексних) хидродинамичких мењача коло спроводног апарата је преко једносмерне спојнице повезано са кућиштем мењача и непокретно је само када момент реакције тежи да га обрне у смеру супротном од смера обртања пумпног и турбинског кола, односно када је активни момент позитиван. Како спроводно коло може слободно да се обрће у смеру обртања пумпног и турбинског кола, оно не може изазвати негативни активни момент (када је момент пумпног кола већи од момента турбинског кола).



Слика 9. Приказ кретања струјног делића у турбомењачу

Главни делови турбомењача су лопатична радна кола:

- пумпно,
- турбинско,
- спроводно или реакторско.

Међулопатични простори радних кола међусобно су постављени тако да чине затворени систем који представља циркулациони радни простор мењача и има облик торуса. Пумпно радно коло прима снагу од мотора и предаје је уљу, кога прихвата из спроводног радног кола и потискује у турбинско радно коло. Радно уље пролази кроз турбинско радно коло и предаје му примљену снагу. По изласку из турбинског, радно уље пролази кроз реакторско коло и враћа се поново на улаз пумпног кола.

Овај циклус кретања се континуално понавља. На основу тога, турбомењач има најмање три радна кола: пумпно, турбинско и реакторско. Ово је и најпростији тип турбомењача, такозвани једностепени.

Зависно од броја радних кола постоје још двостепени и тростепени мењачи. Прост турбомењач има реакторско коло које је чврсто везано за кућиште преносника. Специјални турбомењачи су такозвани комплексни мењачи код којих је реактор преко једносмерне спојнице (ЈС) спојен са кућиштем. Постоје турбомењачи са више реакторских кола. За разлику од турбоспојнице лопатице радних кола мењача су повијене, услед чега уље струји у кругу циркулације по сложеној путањи. Услед кретања уља по сложеној путањи при високој температури долази до стварања парних мехурића који погоршавају струјање. Да би се избегла појава кавитације, притисци у турбомењачу се крећу од 3-7 бар што зависи од његових габарита. За повећање обртног момента, доведеног од мотора-мењачу неопходно је на његовој турбини остварити допунски момент.

Ово се остварује реактором који повећава брзину струјања уља после излаза из пумпе. Брзина струјања може бити повећана смањењем пресека канала на излазу из пумпе и изменом правца струје специјалним профилисањем лопатица реактора. Брзина струјања уља такође зависи од угаоне брзине турбине јер она утиче на противпритисак уља.

### 3.5 Неке предности хидропреносника у односу на механичке преноснике снаге

- Хидропреносници обезбеђују коришћење максималне снаге у целом интервалу броја обртаја (од нуле до максимума), уз варирање обртног момента, стручном терминологијом речено "дубоку" регулацију броја обртаја и обртног момента. "Дубока" регулација обртног момента је нарочито важна за грађевинске машине, друмска возила и друге мобилне машине,

- Хидропреносници побољшавају стартна својства возила (машине), јер омогућавају њихово стартовање под знатно већим оптерећењем него механички преносници снаге. Односно, при режиму стартовања омогућавају коришћење максималног обртног момента,

- Хидропреносници врше заштиту мотора од преоптерећења, при чему, радни режим мотора не мора да зависи од радног режима гоњеног вратила,

- Хидропреносници снаге врше заштиту од преоптерећења механизма трансмисије и извршних органа радне машине и на тај начин искључују ломове делова трансмисије као последицу преоптерећења,

- Захваљујући еластичном преносу снаге хидропреносници снаге пригушују торзионе осцилације од мотора и смањују динамичка оптерећења, чиме се продужује радни век трансмисије,

- Уклањање механичког дела трансмисије и примена аутоматског мењача доводи до смањења укупне масе возила (машине). На пример, маса локомотиве са турбопреносником мања је за 30% од масе локомотиве са механичким мењачем,

- Применом аутоматског мењача побољшана је управљивост возила. Испитивања су показала да при интезивном кретању возила по граду на сваких 100 км пређеног пута возач мора да 600-700 пута притисне педалу спојнице и да 400-600 пута промени степен преноса (тј. да сваких 30-40 секунди промени степен преноса). У случају аутобуса возач мора 1500-2000 пута да промени степен преноса у градској вожњи у току једне смене, а то значи да изврши 200-300 промена степена преноса у току једног часа. Дакле, уградњом аутоматског мењача олакшава се руковање и управљање возилом и смањује се активност возача, а то значи његово замарање. Све ово доводи до повећања безбедности саобраћаја,

- Применом турбомењача побољшавају се вучне карактеристике возила и радне карактеристике радних машина. Моторно возило опремљено турбомењачем остварује бољу вучу 15-20%, са истом снагом мотора, у односу на возило са класичним механичким преносником.

- Применом турбомењача на возилима је олакшано кочење, јер је искључена употреба спојнице (квачила), тј. довољно је само притиснути педалу кочнице да би се возило зауставило, док мотор остаје и даље у раду.

### 3.6 Недостаци турбомењача

Основни недостатак турбомењача је нешто нижи степен корисности у односу на механичке преноснике снаге. Међутим, усавршавањем турбомењача сваким даном се њихов степен корисности повећава. У овом одељку, условно, можемо говорити и о потрошњи горива возила (машине) са аутоматском трансмисијом, као о недостатку, јер се такви ставови могу наћи у “конкурентској” литератури. Потрошња горива је важан фактор који се најчешће неправилно оцењује када је у питању примена аутоматских турбозупчастих мењача на друмским возилима, јер, повећана потрошња горива, у условима експлоатације, претставља само теоријску претпоставку.

Неправилним руковањем друмским возилом, са чисто механичким мењачем, потрошња горива се може повећати и изнад теоријског повећања потрошње горива при употреби аутоматског турбозупчастог мењача. Код возила са аутоматским турбозупчастим мењачем врши се аутоматска промена брзина у једној области, док је промена механичког степена преноса такође аутоматизована. Дакле, возач одабира брзину само преко педале за гас, па је на тај начин утицај руковања на потрошњу горива сведен на минимум.

### 3.7 Аутоматска трансмисија

Група аутоматских мењача може да се подели у две основне групе и даље свака од њих у две подгрупе:

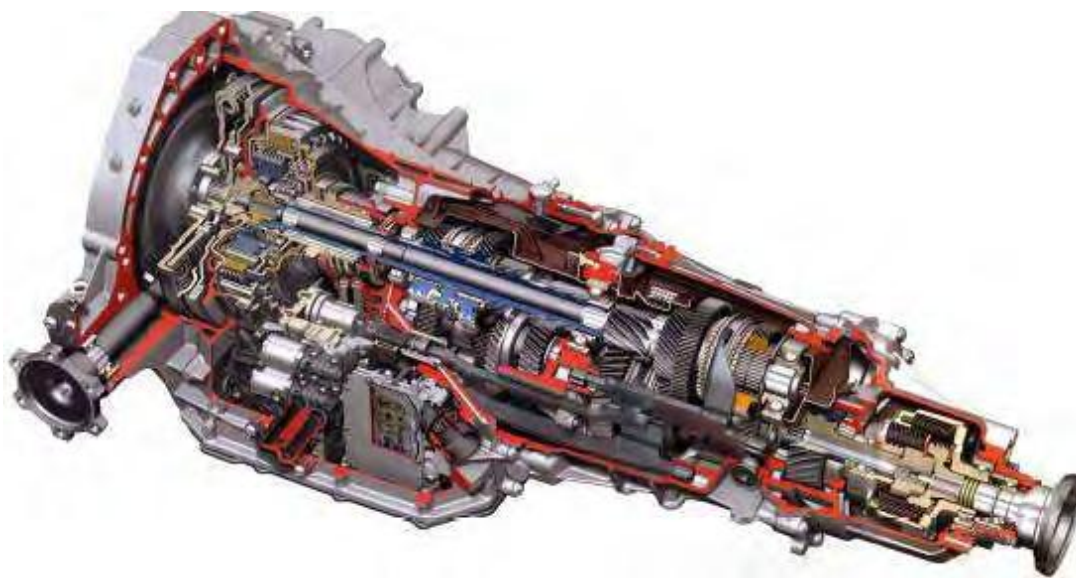
- **Полуаутоматске мењаче** (са прекидом тока снаге)
  - Код прекида тока снаге (искључено квачило) функцију мењања степена преузима серво мотор у унапред изабрани степен преноса,
  - Мењање степена преноса се врши ручно посредством серво појачивача.
- **Потпуно аутоматске мењаче**
  - Избор степена преноса се врши самостално у зависности од оптерећења, броја обртаја мотора и брзине кретања возила. Избор степена преноса се врши без прекида тока снаге.
  - Преносни односи могу да буду степенасти или континуални.

Аутоматска промена степена преноса остварује се, најчешће, на основу два утицајна параметра - оптерећења мотора и брзине кретања возила. На тај начин обухваћени су и путни услови и режим рада мотора и трансмисије. Промена степена преноса се врши, по правилу, у тренутку када рад наведених агрегата прелази у област неповољних режима.

До пре само неколико година, у аутомобилима су биле актуелне углавном само две врсте трансмисије. То су и данас непревазиђена мануелна и аутоматска. Проналазак аутоматске трансмисије датира још из прве половина двадесетог века. Овај вид преноса је прешао дуг пут адаптације и дан данас се усавршава, посебно у последњих неколико година када електроника у ауто-индустрији узима примат. Аутоматска трансмисија преузима примат због својих и екстра-ефикасних решења у виду аутоматско-електронског вида преноса снаге. Наравно, споменуте врсте (мануелна и аутоматска) трансмисије имају исту сврху, али раде на потпуно другачији начин. Дакле, циљ је да се обртаји настали радом мотора “усагласе”, односно пренесу до самих точкова, и то све што је могуће ефикасније.

Оно што су, ипак, чињенице јесте да је возило са аутоматским преносом снаге много лакше возити и, такође, то да су ти аутомобили и дуготрајнији. Аутоматски пренос снаге увек има свој “програм” рада и не може се десити да дође до евентуалног оптерећења агрегата услед претеране агресивности возача или нешто томе слично.

Некада је читав склоп аутоматике био веома велики, али данас уз присуство електронике се све то значајно смањило. Некада је било изузетно тешко усагласити све битне факторе за нормалан рад овакве трансмисије, као што су на пр. број обртаја мотора, брзина возила, притисак на папучици гаса итд. За сваки од споменутих фактора је био предвиђен понеки уређај који би био део тог једног, великог склопа унутар аутоматике. Данас, уз присуство ECU-а и других електронских склопова је све то лакше, али, што је још битније, и прецизније.



Слика 10. Изглед једног модерног аутоматског мењача са степенастим преносом

## 4.0 Хидраулички систем управљања

Хидраулички системи аутоматског управљања хидродинамичко-механичких трансмисија, представљају интеграцију већег броја хидрауличких компонената, помоћу којих се остварује управљање:

- Процесом промене степена преноса
- Хидродинамичким претварачем и
- Хидродинамичким успоривачем, уколико га трансмисија поседује.

Систем управљања аутоматском трансмисијом представља скуп вентила, канала, опруга и одговарајућих уређаја. Као и код многих сложених уређаја, контролне јединице представљају сложену целину појединачно једноставнијих компоненти система. Аутоматска трансмисија обавља разне операције - неке аутоматске, неке не. Неаутоматске функције трансмисије, које се односе на мануелну промену степена преноса, омогућавају неутрални ход и одређен опсег у режиму кочења. Кочење је генерално омогућено смањењем степена преноса и активирањем потребне јединице која ће трансмисију довести у празан ход.

Аутоматска функција трансмисије је да омогући пораст преноса обртног момента при спором ходу машине, смањујући га при убрзавању. Ова операција је, или сасвим природна у датом решењу као што је хидродинамички преносник снаге, или је програмирана од стране инжењера у посебним корацима у односу на брзину возила и жељене перформансе, од стране лица које управља машином. Саме промене су изазване усмеравањем уља под притиском, кроз хидраулички контролни систем, на различите хидрауличке јединице.

**Хидродинамички мењач** - је обично напуњен у сваком тренутку рада машине, и не захтева никакву другу контролу осим контроле притиска. Неке трансмисије, које тренутно нису у производњи, су користиле пуњење и пражњење течности спојнице да остваре промену степена преноса. Мењач са покретним лопатицама реакторског кола се користи да омогући ограничен пренос.

**Спојнице** –се користе код аутоматских преноса и обично су у виду ламела, а контролни систем омогућава врло прецизну контролу спојнице притиском.

**Диск кочнице** – се користе код аутоматских мењача и њихово укључивање се врши уз помоћ серво уређаја и управљачке јединице. Серво уређаји обично захтевају прецизну временску контролу, а могу захтевати одређену контролу притиска приликом преноса. Кочнице могу бити једноструке или двоструке у зависности од потребних капацитета.

**Једносмерне спојнице** – ове спојнице не захтевају контролу. Обично имају изглед лежаја који може „задржати“ обртни момент у једном смеру окретања и ослободити коло када се промени обртни момент.

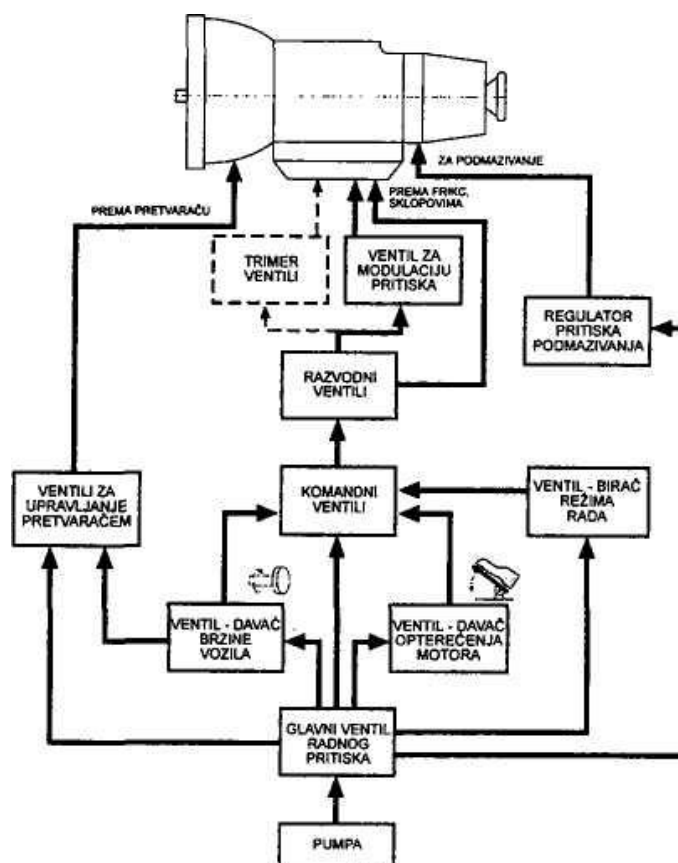
#### 4.1 Општа конфигурација хидрауличног система

Хидраулички системи за аутоматско управљање трансмисијама су, најчешће, аутономни и независни од других хидрауличких система возила, мада има и случајева да су обједињени са другим хидрауличким системима.

Хидраулички системи за аутоматско управљање извршавају следеће функције:

- обезбеђују радни притисак за управљање и подмазивање трансмисије,
- остварују хлађење радног уља,
- управљају хидродинамичким преносником,
- управљају фрикционим склоповима мењача и
- управљају хидродинамичким успоривачем код неких решења трансмисија.

У зависности од конструкцијског решења трансмисије као и врсте и намене возила, хидраулички системи за аутоматско управљање садрже различите компоненте и уређаје, стандардног или најчешће специјалног извођења. Ипак, када је реч о аутоматском управљању хидродинамичко-механичким трансмисијама, без обзира на специфичности појединих решења, постоје одређене типске компоненте које су им заједничке и без којих функционисање сваког система не би било могуће. На слици 11. су у облику блок-шеме представљене најважније хидрауличке компоненте једног сложеног хидрауличног система и њихова међусобна функционална повезаност.



Слика 11. Општа шема хидрауличног система за аутоматско управљање трансмисијом

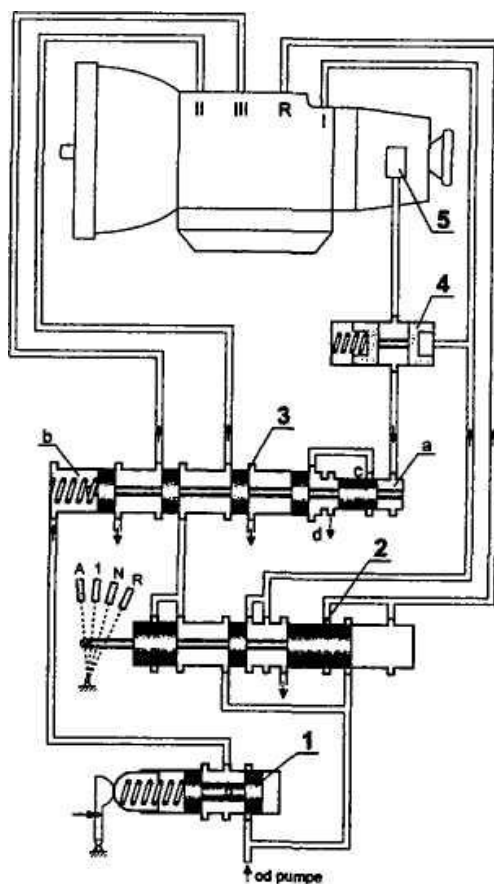
Сваки хидраулички систем мора поседовати извор хидрауличке енергије, а то је најчешће зупчаничка или крилна пумпа одговарајућег капацитета са пречистачем уља.

Од пумпе, уље се усмерава према главном вентилу, односно регулатору радног притиска, а одатле према:

- регулатору притиска подмазивања трансмисије,
- вентилу - бирачу режима рада,
- вентилу - давачу оптерећења мотора,
- вентилу - давачу брзине возила,
- аутоматским (командним) вентилима и
- вентилима за управљање радом претварача.

Принципијелна шема аутоматског управљања трансмисијом која има три степена преноса за ход напред и један заход назад, приказана је на сл. 12. У овој шеми аутоматизован је само процес промене из II у III степен преноса и обрнуто. То се врло често примењује код тростепених трансмисија, зато што се први степен преноса користи ретко и служи за кретање у најтежим условима. У нормалним условима, кретање започиње у II степену преноса, возило се убрзава, а затим врши промену у III степен преноса. Код трансмисија са већим бројем степени преноса и број аутоматизованих степена се увећава. Од пумпе, уље доспева под притиском до вентила који даје оптерећење мотора (1) и до вентила за бирање режима рада (2), који има четири положаја: N - неутрални, I - први степен преноса, R - ход назад и A - положај за аутоматску промену (приказан на шеми). У положају A уље се кроз вентил (2) доводи до аутоматског вентила (3). Када је његов клип у десном положају, он обезбеђује пролаз уља према склопу за укључивање II степена преноса. Достицањем одређене брзине кретања возила у том степену преноса, извршиће се аутоматски промена у III степен преноса. Обрнута промена је такође аутоматска.

Аутоматска промена остварује се помоћу следећих компонената хидрауличног система: аутоматског (командног) вентила (3), вентила-давача оптерећења мотора (1), вентила-давача брзине возила (5) и блокирајућег вентила (4).



Слика 12. Основни принцип аутоматског управљања трансмисијом

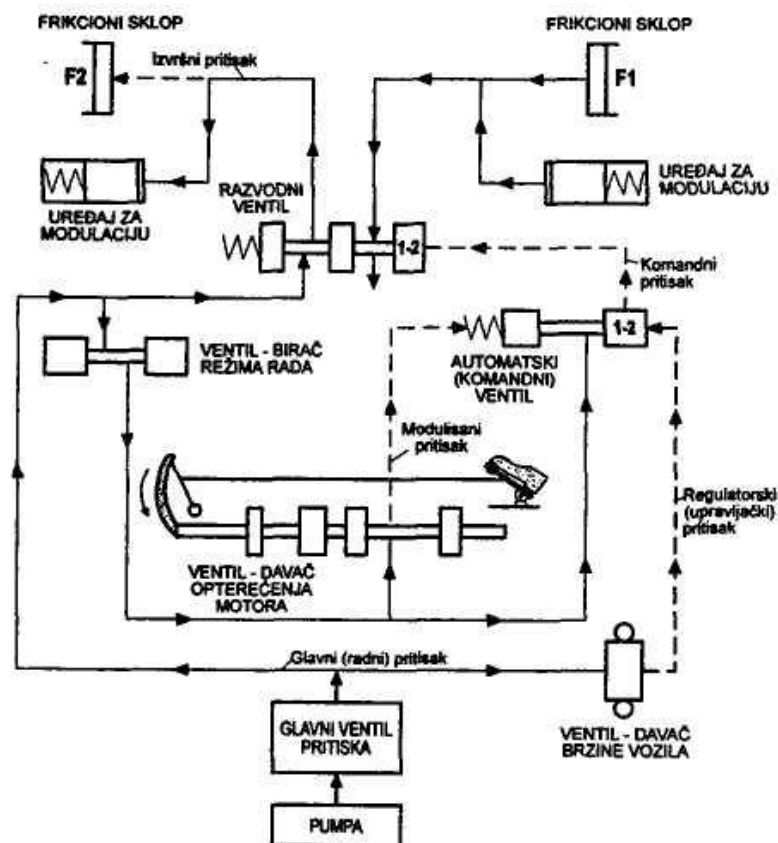
Код дизел мотора, давач оптерећења треба да положај педале "гаса" претвара у одговарајући притисак уља. У неким једноставнијим системима аутоматског управљања, вентил оптерећења не постоји, па се сила од команде гаса, преко профилисаног брега директно преноси на опругу аутоматског вентила. Давач брзине возила вентил (5) изведен је као компонента и служи за претварање брзине кретања возила у одговарајући притисак уља. Блокирајући вентил (4) спречава довод уља од вентила брзине у комору (а) аутоматског вентила у првом степену преноса.

Аутоматска промена степена преноса одвија се на следећи начин: пред полазак возила из места, притисак у коморама једнак је нули и клип аутоматског вентила (3) заузима крајњи десни положај. Уље кроз вентил, се усмерава према одговарајућем фрикционом склопу, потмоћу којег се укључује II степен преноса. Притиском на педалу за "гас" возило се покреће и почиње да убрзава. Притисак у коморама (а) и (б) почиње да расте. При одговарајућим односима притисака у овим коморама, наступа премештање клипа вентила (3) из десног у крајњи леви положај. При различитим брзинама кретања и оптерећења мотора, клип се премешта у складу са дефинисаним законитостима преноса. На тај начин, наступа аутоматска промена степена преноса.

Ако би у III степену преноса дошло до повећаних отпора кретању, наступила би обрнута промена. Међутим, до промене може доћи само уколико дође и до пада брзине кретања возила. На тај начин, промена из III у II степен преноса оствариће се при мањим брзинама возила. Ако је број аутоматизованих степена преноса већи и хидраулички систем управљања је сложенији.

Прилагођавајући терминологију са најчешће коришћеном у иностраној литератури, иако то није ни мало једноставан процес усвојени су следећи називи за притиске у појединим деловима хидрауличног система:

- **главни притисак** је номинални, односно радни притисак,
- **управљачки притисак** формира давач брзине возила који се назива јос и регулаторским,
- **модулисани притисак** се формира у вентилу положаја педале "гаса",
- **извршни модулисани притисак** служи за активирање фрикционих склопова,
- **комадни притисак** служи за командовање разводним вентилом или фрикционим склопом;
- **притисак подмазивања** – обезбеђује подмазивање свих лежајева у зупчастом делу мењача,
- **притисак у турбомењачу** - је уједно и притисак у хидродинамичкој кочници, ако је она уграђена, и најчешће се креће у границама од 3-5 бар.



Слика 13. Функционална шема хидрауличног система за управљање аутоматском трансмисијом

## 4.2 Основне карактеристике компонената хидрауличног система

Компоненте хидрауличног система за управљање аутоматском трансмисијом (изузимајући пумпе за уље), најчешће се налазе у једном заједничком склопу, који представља засебну функционалну целину у трансмисији. За овакав склоп често се користи назив управљачки блок.

Сваки систем за управљање аутоматском трансмисијом треба да извршава специфичне функције и да ради под одређеним условима, па је при његовом пројектовању потребно познавање тих функција и радних услова, како би за сваку компоненту одредили основне хидрауличке параметре као што су: радни притисак и проток уља.

Због тога је за пројектовање једног хидрауличног система за управљање аутоматском трансмисијом неопходно:

- Познавање протока пумпи,
- Познавање броја фрикционих склопова и притиска управљања овим компонентама у свим режимима њиховог рада,
- Дефинисати притисак и проток за управљање хидродинамичким претварачем,
- Обезбедити флексибилност система

Ограничен простор и флексибилни захтеви могу диктирати постојање неколико мањих и засебних подсклопова вентила, иако је најекономичније реализовати систем управљања са минималним бројем склопова. Чак и када су сви фактори који утичу на пројектовање система за управљање узети у обзир, јасно је да нема најбољег хидрауличног система за сваку трансмисију. Сваки систем мора бити развијан за одређене захтеве и са што већом флексибилношћу у случају њихове промене.

У основне хидрауличке компоненте, које најчешће поседује сваки хидраулички систем за управљање аутоматском трансмисијом, спадају:

- пумпе за уље,
- главни вентил за регулацију притиска,
- вентили за управљање претварацем,
- преливни или заштитни вентили,
- аутоматски вентили,
- ручно управљани вентили.

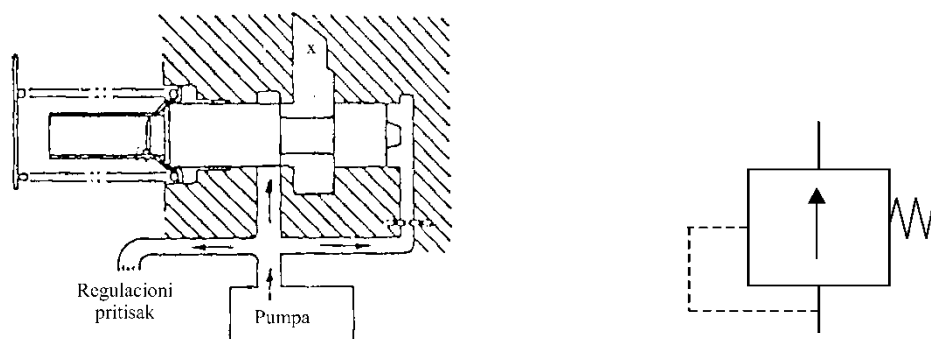
#### 4.2.1 Пумпе за уље

Логично је да се при сваком пројектовању система за управљање пође од извора хидрауличке енергије, односно пумпног система који напаја уљем све хидрауличке компоненте. Аутоматске трансмисије обично имају две пумпе: главну и помоћну. Главна пумпа добија погон од мотора и може бити са константном запремином или са променљивом запремином. Помоћна пумпа се погони преко излазног вратила. Капацитет сваке пумпе мора бити довољан да, у сваком тренутку, обезбеди потребан притисак у фрикционим склоповима трансмисије. Кретање возила малим брзинама, ствара веома неповољне услове за рад система, због тога што је неопходно држати релативно висок радни притисак и када је брзина обртања пумпи веома мала. Ако се брзина возила повећава, захтеви пред главну пумпу се смањују и у исто време повећава се капацитет помоћне пумпе која може преузети напајање система.

Уљни круг целог система хидрауличног мењача момента састоји се још од једног предрезервоара одакле зупчаста пумпа црпи уље. Уље се уводи у кућиште хидрауличног претварача са циљем да повећа притисак у моментном претварачу на вредност од 3 до 4 бар (мах. 7 bar), чиме се смањује могућност појаве кавитације на пумпном, спроводном и турбинском колу и тиме смањују могућа оштећења а повећава степен корисности претварача.

#### 4.2.2 Главни вентил за регулацију притиска

Главни вентил обезбеђује потребан радни притисак у главној уљној магистрали преко које се напајају остале компоненте система. У приказаном хидрауличком колу, уље се од пумпе грана стављајући под притисак чеону површину клипа вентила, услед чега долази до његовог кретања и сабијања опруге. Овај тип вентила одржава константни притисак у главном воду без обзира на проток пумпе.

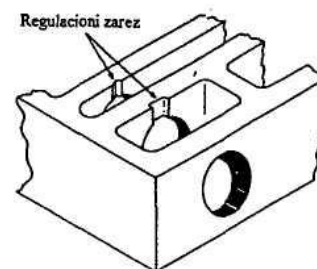


Слика 14. Вентил за регулацију улазног притиска и његов симбол

Један од непожељних ефеката који се јавља при раду ових вентила су вибрације, које се манифестују стварањем буке и зујањем. Узрочник овој појави могу бити фреквенције које производе пумпе, зупчаничке или крилне, чији зупци односно лопатице стварају импULSE притиска. Уколико је број зубаца и лопатица већи, може се очекивати да вибрације буду мање.

На појаву вибрација вентила могу утицати и други фактори као што су: вискозитет уља, маса вентила, облик прикључних отвора и слично. Једноставан и релативно ефикасан метод смањења зујања вентила је коришћење пригушника.

Други начин решавања проблема зујања вентила састоји се у изради тзв. регулационих површина на клипу вентила и регулационих зареза у кућишту вентила, сл. 15 и 16. Други проблем који може озбиљно нарушавати рад регулационог вентила је бочно оптерећење вентила. Трење има тенденцију „лепљења“ клипа вентила и утиче на његов правилан рад.

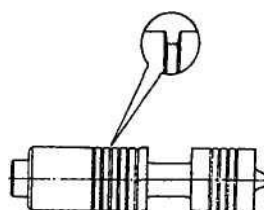


Слика 15. Регулациони канали на кућишту вентила за елиминисање вибрација



Слика 16. Регулациона површина на клипу вентила за елиминисање вибрација

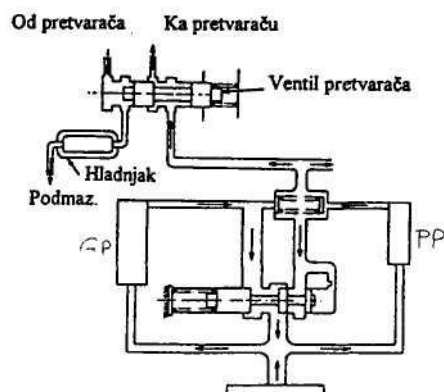
Да би се ефекат бочног оптерећења умањио, сваки прикључни отвор на вентилу треба да буде изведен као прстенаста површина која окружује цео вентил. Код вентила на чију функцију бочно оптерећење може озбиљно утицати, приступа се изради већег броја канала на површини клипа како је то приказано на сл. 17.



Слика 17. Прстенасти канали у клипу вентила

#### 4.2.3 Вентили за управљање претварачем

Сваки систем управљања аутоматском хидродинамичко-механичком трансмисијом мора да обезбеди и управљање претварачем. Проток уља кроз претварач остварује се преко главног регулационог вентила.

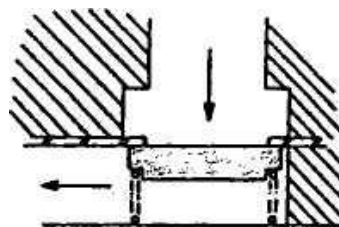


Слика 18. Део хидрауличке инсталације за управљање претварачем

#### 4.2.4 Преливни (заштитни) вентили

Ови вентили налазе широку примену у хидрауличким системима за управљање аутоматских трансмисија. Они спречавају протицање уља у поједине делове хидрауличке инсталације све до достизања одређеног притиска или до успостављања одређене разлике притиска са обе стране вентила. Поред тога, врло често се користе за затварање различитих уљних комуникација, када имају функцију неповратних вентила.

Вентил А се састоји из равне плоче и опруге која држи затворено равно седиште, све док сила притиска уља не постане већа од силе опруге. Сила опруге је веома мала и она, првенствено, служи да спречи отварање вентила у његовом монтажном положају.



Слика 19. Типично извођење заштитног вентила

#### 4.2.5 Аутоматски вентили

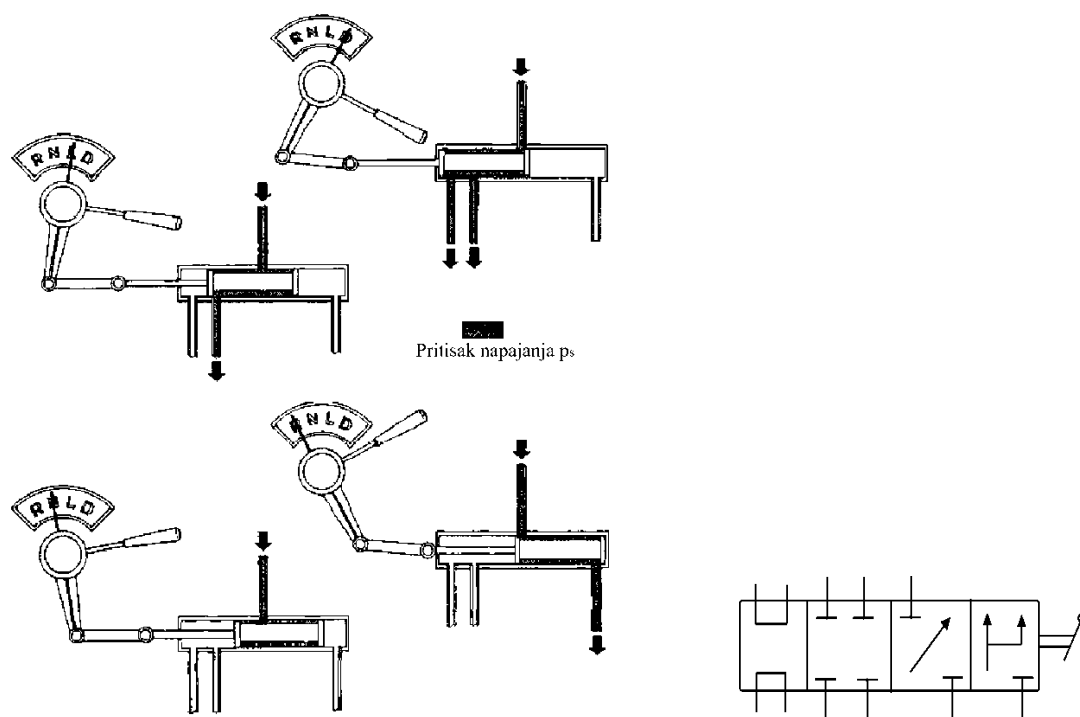
Аутоматски или командни вентили су двоположајни вентили у чијем је називу садржана њихова основна функција. Акумулирана сила, хидрауличка или опружна, покреће вентил из једног положаја у други и тако врши укључивање или искључивање. Хидраулички сигнал који формира вентил је један од сигнала који врши премештање клипа овог вентила, док други хидраулички сигнал, који се формира у модулатору, тежи да се томе супротстави.

#### 4.2.6 Ручно управљани вентили

Ручно управљани вентили, као што се из самог назива види, активирају се ручним-механичким путем од стране возача и користе се првенствено у функцији вентила за избор степена преноса у трансмисији. Постоји више различитих конструкцијских извођења позиционирања ових вентила. Мада је његова функција релативно проста и лака за разумевање, његова израда није ни мало једноставна. Захтеви за његовим померањем и одговарајућим положајима, врло често диктирају да вентил буде релативно велике дужине. Основни задатак ручног вентила је усмеравање уља под притиском према различитим аутоматским вентилима, а преко њих ка одговарајућим фрикционим склоповима.



Слика 20. Позиционирање ручног вентила



Слика 21. Принцип рада разводника са ручним управљањем - бирача степена преноса и његов шематски приказ

## 5.0 Електрохидраулички системи управљања

Интензивни развој електронике последњих година, допринео је све широј њеној примени и у трансмисијама моторних возила. Потреба за што већим комфором, економичним возилима са што бољим перформансама, наметнули су одређене захтеве пред трансмисије и, посебно, њихове системе за управљање.

Број утицајних параметара на рад трансмисије, а посебно на карактер и ток процеса промене степена преноса, је јако велики, међутим, само се мали број ових параметара може узети у обзир при пројектовању система за управљање, из следећих разлога:

*Прво*, велики број утицајних параметара значио би компликовано решење система, које би, у случају система са хидрауличким компонентама, било тешко изводљиво.

*Друго*, решење система на бази електрохидрауличких компонената омогућава да се узме у обзир већи број утицајних параметара, међутим, такав систем био би изузетно скуп, што би значајно увећавало цену трансмисије и возила у целини.

Потреба да се, ипак, у систем за управљање трансмисија уведе већи број утицајних параметара од оног који су омогућавала првобитна решења са хидрауличким компонентама, као и стање развоја електронике, а посебно микропроцесорске технике, данас, усмерили су развој нових решења аутоматских трансмисија ка све већој примени електронских компонената.

Највећи продор у тој области је учињен код аутоматских трансмисија за путничка возила, где се посебна пажња поклања комфор и економичној потрошњи горива и, истовремено, потпуној аутоматичности рада система за погон и пренос снаге и дијагностици. Познате светске фирме, произвођачи трансмисија, лансирале су последњих година аутоматске трансмисије, пре свега, за путничка возила, са електронским системима управљања који раде са већим бројем информационих параметара.

Када је реч о трансмисијама за друге врсте возила и ту је евидентан тренд примене електронике и вишепараметарског управљања у циљу постизања већег нивоа аутоматичности њиховог рада. У томе посебно предњаче фирме *Allison, Volvo, Voith, ZF i Renk*, са читавом гамом трансмисија за теретна возила и аутобусе. *ZF, Renk* и *Allison*, су уједно и најпознатији светски произвођачи аутоматских трансмисија за специјална гусенична возила, чији су најновији системи за управљање реализовани, углавном, применом електрохидрауличких компонената.

Електрохидраулички системи за управљање аутоматским трансмисијама представљају интеграцију хидрауличких и електронских компонената, па се овако изведена решења, често, називају и системима са електронским управљањем.

Први научно-истраживачки радови на тему пројектовања система са електронским управљањем аутоматских трансмисија, бележе свој почетак средином 60-их година, а у периоду од 1970-1971. појавили су се и први серијски произведени системи француске фирме *Renault* и западно-немачке фирме *ZF*.

Већ у периоду од 1982-1990. године, електронским системима за управљање трансмисија опремљена је већина нових модела возила која су се појавила на Западу.

Карактеристика тих система била је:

- задржавање традиционалних информационих параметара-брзине кретања возила и оптерећења мотора и
- формирање структуре на аналогном принципу, на бази коришћења дискретних елемената и малих интегралних кола које обезбеђују већу поузданост и прецизност рада система.

Почетак 80-их година карактерише појава решења у области непрекидности тока снаге и прелаз са дискретних елемената на микропроцесорске системе. Појавом микроелектронике, која има малу инертност и високу тачност, отворене су и друге могућности регулисања непрекидности тока снаге помоћу синхронизације команди у времену (преклапање степена преноса) или импулсног аутоматског смањења довода горива у мотор, ради продужетка синхронизације погонских и гоњених елемената фриксионих склопова.

Прелаз на микропроцесорске системе показао је низ предности:

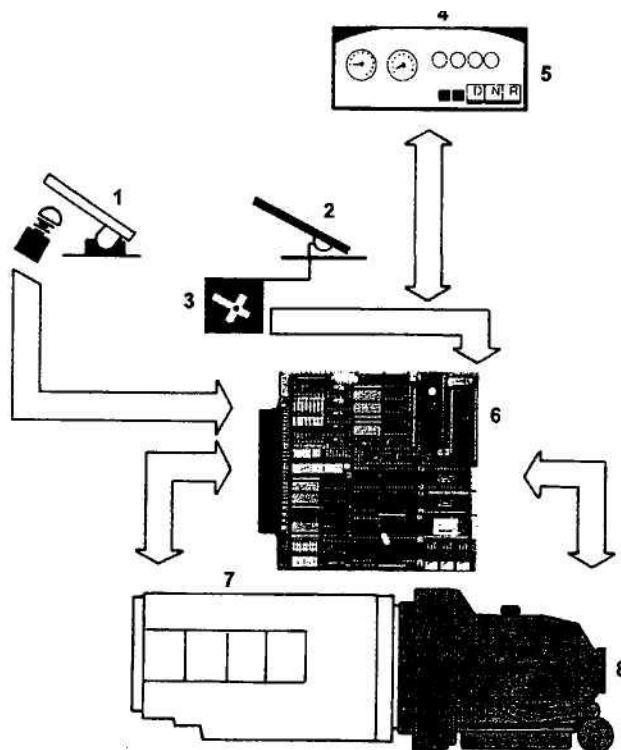
- повећање прецизности управљања у складу са условима кретања возила,
- побољшање континуалности у процесу промене степена преноса на рачун већег броја утицајних параметара и услед брже и тачније обраде информација,
- на рачун постојања веће меморије битно су побољшане функционалне могућности система (управљање успоривачем и делимично мотором, повећање поузданости и проширивање функција дијагностике),
- калибрација система за различите модификације трансмисије и различите моторе, може се једноставно спровести изменом меморијског чипа, без замене хидрауличких компонената
- могу се реализовати додатни захтеви са аспекта комфора и безбедности возила.

Микропроцесорски системи за аутоматско управљање трансмисијама и електронски регулатори за убризгавање горива код мотора, стварају реалне претпоставке за будући развој комплексног управљања „мотор - трансмисија“. Велики број неповратних кугличних вентила је такође специфичност овог решења система за управљање.

Решење система за управљање трансмисијом на бази електрохидрауличких компонената, условљено је конструкцијским решењем трансмисије, пре свега мењача, бројем и карактером улазних параметара који се користе при управљању, потребним степеном аутоматизације трансмисије, заступљеношћу контролних и дијагностичких параметара и везом коју треба остварити са другим подсистемима возила.

Општа шема једног електрохидрауличног система за аутоматско управљање трансмисијом, приказана је на сл. 22. На примеру овог решења може се показати да сваки систем управљања са електрохидрауличким компонентама, садржи, најчешће, следеће функционалне целине:

- команде трансмисије,
- електронски уређај за управљање,
- електрохидрауличке извршне компоненте,
- помоћне и контролне компоненте.



Слика 22. Општа шема електрохидрауличног система управљања

*Команде трансмисије* чине: команда кочнице (1), команда „гаса”(2) са индикатором положаја (3) и бирач режима рада (5). Команде су намењене за управљање основним функцијама трансмисије, пре свега, променом степена преноса, а у зависности од решења трансмисије команде могу бити и за управљање возилом, успоривачем или хидродинамичким претварачем у улози кочнице. Дакле, бирач режима рада је једна од основних компонената, а све оне поседују одговарајуће сензоре који дају информације о њиховом положају и активности.

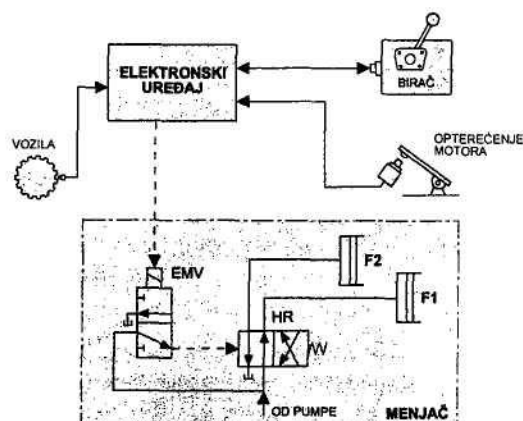
*Електронски уређај за управљање трансмисијом* (6) је централна компонента сваког електрохидрауличног система у коме се врши пријем и обрада сигнала који долазе од команди трансмисије и различитих сензора и обавља њихова трансформација у одговарајуће управљачке сигнале који се шаљу до извршних компонената система.

*Извршне електрохидрауличке компоненте* су смештене у управљачком блоку трансмисије (8) и чине их блок електромагнетских и хидрауличких вентила. Електромагнетски (соленоид) вентили могу бити изведени као "on-off" или пропорционални. Њихов задатак је да управљају одговарајућим хидрауличким компонентама у циљу извршавања функција хидрауличног дела система.

*Помоћне компоненте* су саставни део структуре сваког електрохидрауличног система, чија је функција да дају одговарајуће информације о брзини возила, оптерећењу и броју обртаја мотора, као и да обезбеде избор жељеног начина рада система (ручни, полуаутоматски или аутоматски) или избор жељеног програма управљања трансмисијом (економичан, спортски, зимски, са максималним перформансама и слично). Помоћне компоненте могу бити сензори, микропрекидачи, тастери и друге електро-компоненте.

*Контролне компоненте* служе за надзор и контролу рада система и најчешће су изведене у облику контролних инструмената (4) или комплексног дијагностичког система са рачунарском подршком.

Принцип рада електрохидрауличног управљања може се објаснити на примеру мењача са два аутоматизована степена преноса, који се укључују помоћу фрикционих склопова F1, односно F2, сл. 23.



Слика 23. Принципијелна шема електрохидрауличног управљања

Електрични сигнал који се формира у електронском уређају, шаље се према мењачу до електромагнетског вентила (ЕМВ), чијим се активирањем генерише хидраулички сигнал помоћу кога се управља хидрауличким разводником (HR), који врши укључивање и искључивање одговарајућег степена преноса, односно фрикционог склопа. У том делу хидрауличног система неопходно је и постојање одговарајућих уређаја за модулацију притиска у фрикционим склоповима мењача.

## 5.1 Основне карактеристике компонената електрохидрауличног система

Електрохидраулички систем управљања аутоматском трансмисијом, према врсти енергије коју користе, чине следеће компоненте:

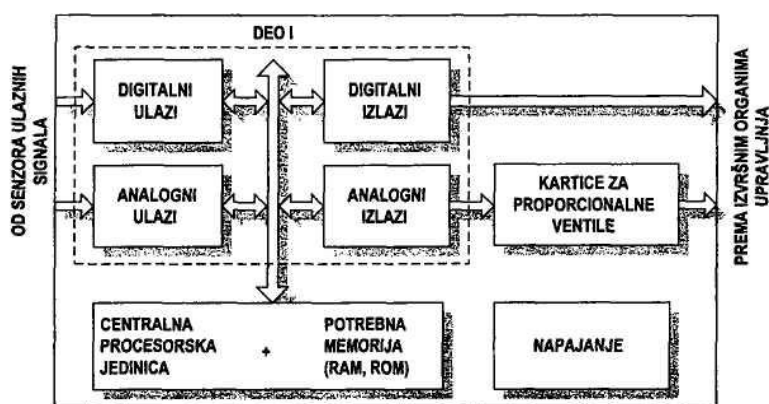
- хидрауличке,
- електронске,
- електрохидрауличке и
- електромеханичке.

Хидрауличке компоненте извршавају у највећем броју случајева исте функције као и компоненте хидрауличног система за управљање и могу бити изведене на исти или сличан начин. Разлика је у томе, што су у овом систему управљања неке хидрауличке компоненте прилагођене новој конфигурацији система или су потпуно другачијег извођења.

## 5.2 Електронски уређај за управљање трансмисијом

Блок-шема могуће конфигурације једног електронског уређаја за управљање трансмисијом приказана је на сл. 24. У литератури се врло често могу срести скраћене ознаке за овај уређај као што су: *ETCU* или *ECU* (које потичу од енглеског назива *Electronic Transmission Control Unit*, односно *Electronic Control Unit*) и *EDS* (од немачког назива *Elektronische Getriebe Steuerung*). Уређај се, поред модула за напајање напона 12 или 24V, састоји од неколико основних функционалних модула:

*Дигитални улазни део* омогућава пријем сигнала са дигиталних улазних сензора и преноси их до централне процесорске јединице *CPU* (*Central Processor Unit*).



Слика 24. Блок-шема могуће конфигурације електронског уређаја за управљање трансмисијом

*Аналогни улазни* део прима сигнале са аналогних сензора, претвара их у дигитални облик и преноси до CPU.

CPU обрађује сигнале у складу са постављеним алгоритмом, генерише управљачке сигнале на основу информација о стању команди трансмисије и улазних сензора и преноси их до извршних органа управљања.

*Дигитални излазни* део претвара сигнале из CPU у извршне, прилагођавајући их објектима (органима) управљања.

*Аналогни излазни* део претвара дигиталне сигнале у аналогни излазни напон, који је потребан за управљање, на пример, пропорционалним вентилима притиска уколико их систем поседује. У том случају електронски уређај може имати и картице за управљање пропорционалним вентилима.

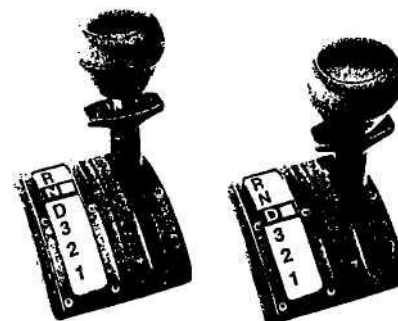
Електронски уређај може се, у принципу, реализовати на два основна начина: на хардверу који би био PC - компатибилан или применом микроконтролера.

Контролер који би био PC компатибилан састојао би се од микропроцесора са одговарајућим додацима који би га повезивали са спољним окружењем преко дигиталних улаза и излаза, DA и AD блока и морао би да задовољи захтеве у броју аналогних и дигиталних улаза и излаза. Програм би био уписан у EPROM.

Предност оваквог решења електронског уређаја се огледала у лакој програмирању и флексибилности, која је најчешће неопходна у фази развоја, јер је довољан PC рачунар са EPROM програматором. Овакав уређај би омогућио прикључивање периферних уређаја за праћење стања система, лакшу дефектацију и могућност повезивања са контролерима других уређаја, ради њиховог умрежавања и размене информација. Извођење ETCU-а са микроконтролером захтевало би најпре његов избор и додатни развојни систем за програмирање са новим хардверским уређајима и софтверским пакетима и, према томе, умањену флексибилност за измене почетних захтева. Програмирање би се изводило у машинском језику или асемблеру.

### 5.3 Бирач режима рада

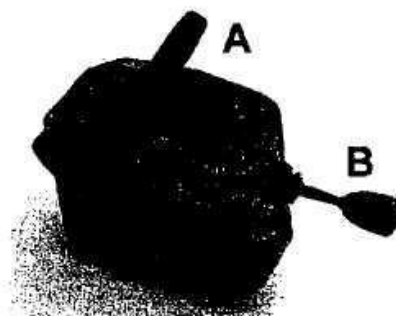
Бирач режима је најчешће електромеханичка компонента који може бити реализован са ручицама, сл. 25 и 26, или у виду тастера, сл. 27. Бирач приказан на сл. 25 има шест положаја: R-за ход назад, N- неутрални, D- за аутоматску промену степена преноса и 1, 2, 3 - за ограничене аутоматске промене степена преноса.



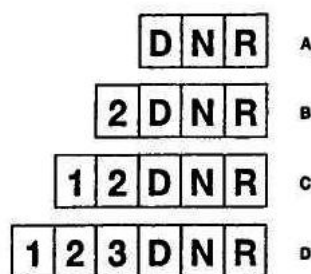
Слика 25. Бирач режима рада са једном ручицом

Функционисање система за управљање у наведеним положајима бирача идентично је као у случају хидрауличког система. У сваком положају ручице бирача, преко одговарајућих сензора, генерише се електрични сигнал који се води у електронски уређај. Стартовање мотора се врло често ограничава и допушта само када су испуњени следећи услови:

- возило мора бити у стању мировања
- ручица мора бити у неутралном положају



Слика 26. Бирач режима рада са две ручице



Слика 27. Бирач режима рада са тастерима

Код ручног начина промене, избор степена преноса је препуштен возачу уз обавезну употребу главне спојнице, помоћу које се врши претходно растерећење фрикционих склопова од притиска уља. Полуаутоматска промена степена преноса подразумева да избор степена преноса врши возач, без употребе главне спојнице, према сопственим информацијама о условима кретања возила и режиму рада мотора. Аутоматска промена врши се независно од возача, на основу информација које добија ETCU од сензора, и када је преко одговарајућег уређаја изабран аутоматски начин промене степена преноса. Конструкцијско решење овог бирача прилагођено је захтевима за аутоматско управљање трансмисијом гусеничног возила, где су предвиђена три начина за промену степена преноса: ручни, полуаутоматски и аутоматски.

Електрични сигнал о положајима ручица генерише се преко одговарајућих микропрекидача. Комбинацијом њихових активних стања, једнозначно је одређен положај ручица у сваком степену преноса. Поред микропрекидача, информације о положајима бирача, могу се добити и преко оптичких сензора или потенциометра.

Бирач режима у виду тастера може бити реализован у различитим варијантама, сл. 27:

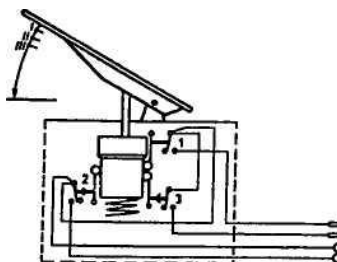
- A. 3 тастера за тростепене и четворостепене трансмисије,
- B. 4 тастера за тростепене трансмисије,
- C. 5 тастера за тростепене трансмисије и
- D. 6 тастера за четворостепене трансмисије.

Када је тастер „1” притиснут (варијанта C и D), трансмисија ће остати у 1-ом степену преноса. Када је притиснут тастер „2”, омогућене су све промене до 2-ог степена преноса, а уколико је активиран тастер „3” или „D” омогућене су све промене до 3-ег или ако је расположив - до 4-ог степена преноса. Тастером „N” сви тастери се враћају у почетни положај. Тастер „R” за ход назад је могуће активирати само ако је претходно притиснут тастер „N”. Мотор се може стартовати само ако ни један тастер није притиснут.

## 5.4 Команда кочнице

Обзиром да многа решења хидродинамичко-механичких трансмисија поседују хидродинамички успоривач или се у тој функцији користи претварач обртног момента, команда кочнице мора бити посебно конструкцијски изведена да омогући командовање и овим уређајима.

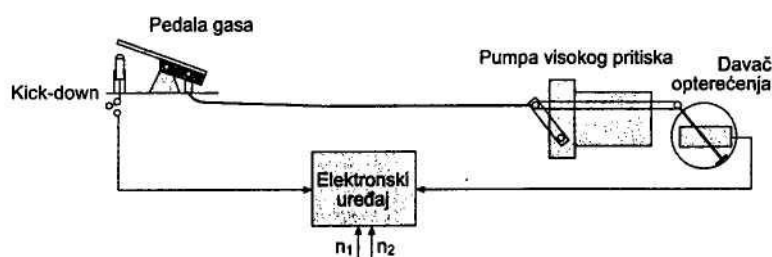
Специјално извођење педале кочнице за управљање претварачем обртног момента, које је примењено код једне аутоматске трансмисије, приказано је на сл. 28. Ово решење има три прекидача, по један за активирање сваког степена кочења. Кочно дејство је усклађено са механичком фрикционом кочницом, тако што је обезбеђен постепен прелаз од кочења претварачем на кочење радним кочницама.



Слика 28. Извођење педале кочнице за кочење успоривачем

## 5.5 Давач оптерећења мотора

За оптималну промену степена преноса, неопходна је информација о оптерећењу мотора, улазном и излазном броју обртаја трансмисије и понекад сигнал о „Kick-down” положају команде „гаса”. На бази ових информација врши се управљање кочионим склоповима и одређује радна тачка у којој се остварује аутоматска промена степена преноса. Сигнал о оптерећењу мотора се може пренети до електронског уређаја на више начина, у зависности од решења управљања мотором. Један од начина је електромеханичким путем, сл. 29.

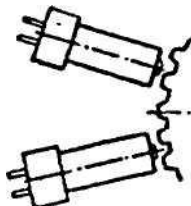


Слика 29. Електромеханички пренос сигнала о оптерећењу мотора

На сл. 29 приказано је једно електромеханичко решење команде „гаса”, код којег се давач оптерећења мотора састојати од потенциометра, који је механички везан за полуку пумпе високог притиска или за лептир карбуратора, односно уређај за убризгавање горива. Напонски сигнал који се генерише у потенциометру сразмеран је углу закретања педале. „Kick-down” прекидач може бити такође интегрисан у педалу „гаса”. Оба сигнала уводе се у електронски уређај заједно са сигнаlima о броју обртаја мотора ( $n_1$ ) и излазном броју обртаја трансмисије ( $n_2$ )

## 5.6 Давач брзине возила

Давач брзине возила код електрохидрауличких система за управљање може бити решен на више начина. Најчешће су у употреби импулсни давачи који раде на индуктивном или оптичком принципу. На сл. 30 приказан је давач, који се поставља на излазно вратило трансмисије и који даје сигнал пропорционалан брзини обртања мерног зупчаника који се налази на овом вратилу. Давач мери фреквенцију обртања вратила која се у електронском уређају претвара у угаону брзину.



Слика 30. Давач брзине возила

## 5.7 Електромагнетски и пропорционални вентили

Електромагнетски вентили представљају извршне компоненте електрохидрауличног система за управљање аутоматским трансмисијама и могу бити изведени као пропорционални или „on-off“.

Пропорционални вентили или електромагнетски вентили са пропорционалним управљањем, представљају посебну врсту вентила који омогућавају регулацију притиска у фрикционим склоповима у функцији од спољашњих утицаја, као што су, на пример, оптерећење мотора. Тенденција да се у процесу укључивања фрикционих склопова, оствари непрекидност тока снаге при промени степена преноса, како би се добио квалитетнији прелазни процес кроз редукована извршна оптерећења и смањено хабање фрикционих елемената, условила је све већу примену ових вентила.

Основне техничке карактеристике овог вентила су:

- радна температура max. 80 °C,
- притисак на прикључку А, 18 bar,
- притисак на прикључку Р, 210 bar,
- проток при  $\Delta p=7.0$  bar, 2 l/min,
- радна температура уља, -20 до +80 °C и
- напон напајања, 12 или 24 V.

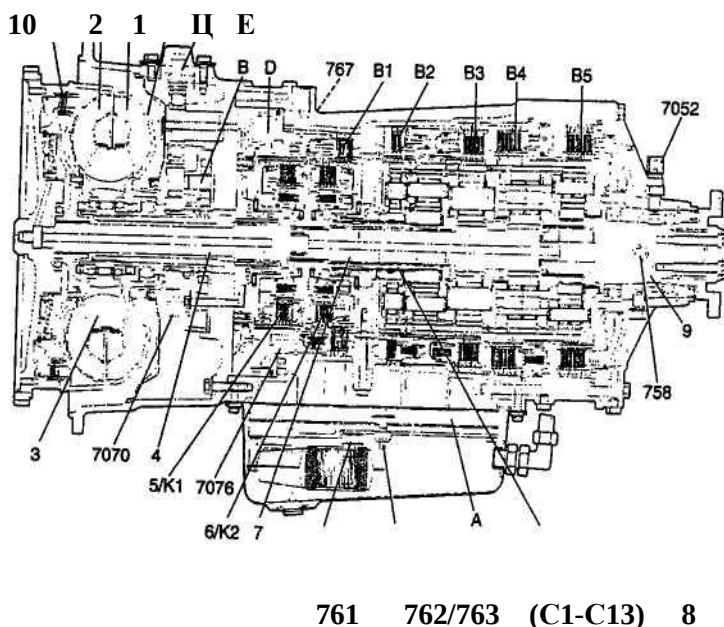
## 6.0 Систем за управљање трансмисијама Volvo Powertronic

*Powertronic VT1605/1706/1906 PT* су потпуно аутоматизоване трансмисије са електронским управљањем, са 5 или 6 степени преноса, са или без успоривача. Трансмисија VT 1706 PT, сл. 31, састоји се од претварача обртног момента са спојницом за блокирање, планетарних преносника са фрикционим спојницама и кочницама и електронско-регулационог система за управљање процесом промене степена преноса и за праћење рада система (мониторинг).

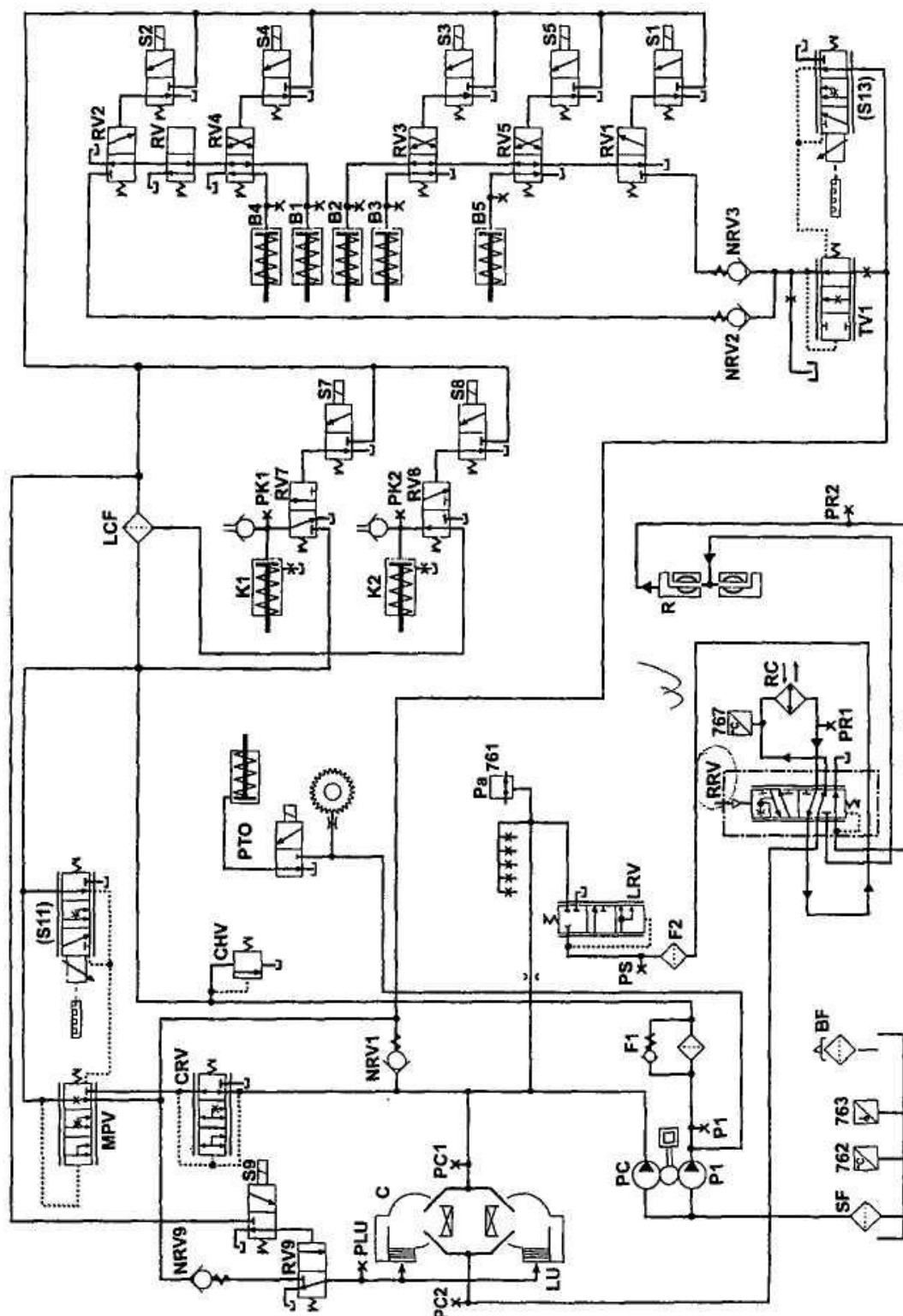
Промена степена преноса у овој трансмисији реализује се без прекида тока снаге, а возач има могућност да између различитих програма управљања, изабере онај који одговара датим условима вожње.

Претварач обртног момента опремљен је спојницом са аутоматским блокирањем пумпног и турбинског кола. Спојница се укључује у сваком степену преноса, обезбеђујући, на тај начин, висок степен корисности трансмисије и малу потрошњу горива.

Основне склопове трансмисије, чине: пумпно коло (1), турбинско коло (2), статор (3), турбинско вратило (4), фрикционе спојнице K1 и K2 (5 и 6), главно вратило (7), шупље вратило (8), излазно вратило (9), блокирајућа спојница претварача (10), фрикционе кочнице B1, B2, B3, B4 и B5, електрохидраулички уређај за управљање A, пумпа за уље B, претварач C, успоривач D, извод за помоћни погон E, блок електромагнетских вентила C1-C13, давач брзине обртања излазног вратила 758, давач притиска уља у трансмисији 761, давач температуре уља у трансмисији 762, давач нивоа уља 763, давач температуре уља у претварачу и успоривачу 767, давач брзиномера 7052, давач броја обртаја мотора 7070 и давач броја обртаја турбинског кола претварача 7076.



Слика 31. Пресек кроз трансмисију Volvo VT1706 PT Powertronic



Слика 32. Хидрауличка шема система за управљање трансмисијом Volvo Powertronic

Шема хидрауличног система за управљање трансмисијама *Powertronic* приказана је на сл. 32. Ознаке на слици представљају:

|                       |                                                          |
|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| B1-B5 кочнице         | PV9 сигурносни вентил блокирајуће спојнице               |
| BF пречистач          | C1-C5 електромагнетски вентил за промену степена преноса |
| C претварач           | C7 електромагнетски вентил спојнице K1                   |
| CHV вентил сигурности | C8 електромагнетски вентил спојнице K2                   |
| CRV вентил претварача | C9 електромагнетски вентил спојнице претварача           |
| F1 главни пречистач   | C11 модулациони вентил радног притиска                   |
| F2 пречистач уља      | C13 модулациони вентил притиска у кочницама              |

## 7.0 Закључак

У овом раду је описан принцип хидрауличног преноса снаге и основна подела преносника снаге као и опис рада хидродинамичких спојница и мењача. Код хидрауличног система управљања било је речи о општој конфигурацији система, након чега је дат приказ основних карактеристика компонената система.

Последњих година је дошло до драстичног развоја електронике у у трансмисијама (због комфора, економичности итд.) па је наравно било осврта и на на тај аспект хидрауличног система управљања хидродинамичким преносницима снаге.

## 8.0 Литература

- [1] Hydraulic Control Systems – J. R. Doidge and C. W. Cline *Hydra-matic Div., General Motors Corp*
- [2] Божидар Богдановић, Драгиша Никодијевић, Александар Вулић – Хидраулички и хидромеханички преносници снаге – Машински факултет, Ниш 1999.
- [3] Василије Н. Келић – Хидропреносници – Научна Књига, Београд 1989.  
Љубисав Крсмановић – Хидродинамички преносници снаге – Машински факултет, Београд 1989.
- [4] Милун Ј. Бабић, Светислав Стојковић – Турбомашине, теорија и математичко моделирање – Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет, 1997.
- [5] <http://auto.howstuffworks.com/torque-converter2.htm>
- [6] <http://www.voithturbo.de/startup-components.htm>
- [7] [http://www.voithturbo.de/fluid-couplings\\_drive-solutions.htm](http://www.voithturbo.de/fluid-couplings_drive-solutions.htm)
- [8] Живановић З., Јанићијевић Н.; Аутоматске трансмисије моторних возила, Еколибри, 2000.
- [9] <http://www.automobilizam.net/automatska-transmisija/>