

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: 36/2017

Алекса С. Савић

Компоненте хидрауличког система управљања хидродинамичким преносником снаге

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Вања Шуштершич, ред. проф. – ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру завршног рада кандидат треба да да основне напомене о карактеристикама и принципу рада хидродинамичких преносника снаге, прикаже и опише основне компоненте хидрауличног система код хидродинамичких преносника снаге и прикаже решења хидрауличног система управљања на неколико примера преносника снаге.

Препоручена литература:

- [1] Живановић З., Јанићијевић Н., Аутоматске трансмисије моторних возила, Еколибри, 2000.
- [2] D. C. Hewitt, R. L. Leonard (Transmission and Chassis Div., Ford Motor Co): Design of Valve Body and Governor System, Design Practices - Passenger Car Automatic Transmission, SAE, 1973.

Крагујевац, 09. 03. 2020. год.

Ментор:

Др Вања Шуштершич, ред. проф.

Резиме:

У раду је изложена основна подела и улога хидродинамичких преносника снаге са описима њихових карактеристика. Представљена је примарна функција хидрауличног система управљања хидродинамичким преносником снаге са описима основних компонената. Дате су, такође, напомене о основним карактеристикама компонената електрохидрауличног система управљања. На крају завршног рада, шематски су приказана нека од могућих решења хидрауличног система управљања, при чему је дат кратак опис ових решења.

Кључне речи: хидродинамички преносници снаге, хидраулички систем управљања, електрохидраулички систем управљања.

Summary:

This paper presents the basic classification and roles of hydrodynamic power transmission and their characteristics. It presents the primary function of a hydraulic system that governs the hydrodynamic power transmission and describes its main components. The paper also describes basic properties of a hydraulic governing system. Finally, it gives schematic illustrations of some of the possible solutions for the hydraulic governing system, as well as their short description.

Key words: hydrodynamic power transmitters, hydraulic governing system, electrohydraulic governing system.

Садржај

Резиме:	2
1. Увод.....	4
2. Турбопреносници снаге	5
2.1. Турбоспојнице	5
2.2. Турбомењачи	7
3. Хидраулички системи управљања.....	10
3.1. Функције хидрауличких система управљања.....	10
3.2. Основни принцип аутоматског управљања трансмисијом	12
3.3. Основне компоненте хидрауличног система.....	14
3.3.1. Пумпе за уље.....	15
3.3.2. Главни вентил за регулацију притиска	15
3.3.3. Вентили за управљање мењачем.....	20
3.3.4. Преливни (заштитни) вентили	21
3.3.5. Аутоматски вентили	22
3.3.6. Вентил модулатор.....	23
3.3.7. Центрифугални регулатор.....	26
3.3.8. Ручно управљани вентили.....	27
4. Електрохидраулички системи управљања	28
4.1. Основне карактеристике компонената електрохидрауличног система.....	30
4.2. Електронски уређаји за управљање трансмисијом	30
4.3. Бирач режима рада	30
4.4. Команда кочнице.....	31
4.5. Давач оптерећења мотора	31
4.6. Давач брзине возила	33
5. Примери хидрауличких система управљања	34
5.1. Управљање на примеру трансмисије ZF-Ecomat 2.....	34
5.2. Управљање на примеру трансмисије ZF 8HP 45.....	36
5.3. Управљање на примеру трансмисије Mercedes-Benz.....	38
6. Закључак	41
Литература.....	42

1. Увод

Уколико постоје извор енергије и потрошач који захтева ту енергију, постоји потреба да се енергија са свог извора спроведе до потрошача, уз што мање губитке. Средство за остваривање оваквог спровођења енергије назива се преносник [1].

Под преносником у најширем смислу подразумева се машинска група или цела машина чији је задатак преношење механичке енергије погонске машине (електромотор, СУС мотор, парна турбина ...) ка радној машини. Помоћу њих се такође може извршити промена параметара снаге.

Преносници снаге имају дугу историју у људском друштву. Тако се механички преносници снаге могу наћи на цртежу Леонарда да Винчија из 1490. године [2].

Први хидродинамички преносници били су примењени у бродоградњи, око 1900. године, за покретање бродског пропелера. Имали су мали степен корисности све док немачки инжењер Фотингер (Hermann Föttinger, 1877-1945) није поправио перформансе преносника, сместивши пумпно и турбинско коло у исти оклоп, при чему је добио већи степен корисности [3].

Хидраматик је био први аутоматски мењач представљен 1939. године, а већ од 1950. године, већина аутомобила у САД-у имала је аутоматски мењач.

Пример модернијег преносника је седмостепена аутоматска трансмисија из 2003. године која се примењује у Мерцедесу.

Савремени преносник снаге се може видети на примеру Тојотине десетостепене аутоматске трансмисије из 2017. године [4].

Према начину преношења енергије и према принципу рада преносници се деле на:

- механичке,
- електричне,
- хидрауличке и
- пнеуматичке [5].

Приликом коришћења хидрауличног преноса снаге, примењују се одређене предности као што су јефтинији процес производње енергије, омогућавање даљинског командовања, аутоматизација радног процеса и мали габарити.

Хидраулички пренос снаге се врши деловањем течности. Основне компоненте ових преносника су претварачи енергије, у којима се механичка енергија трансформише у енергију струјања течности и обрнуто. У зависности од принципа рада претварача енергије, разликују се хидростатички и хидродинамички преносници снаге.

2. Турбопреносници снаге

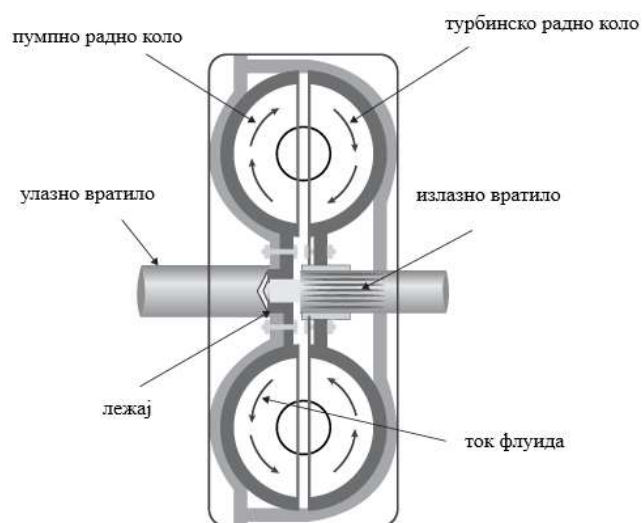
Код хидродинамичких преносника снаге претвараачи енергије раде по принципу турбомашине, центрифугалне пумпе и турбине. Због тога се овакви преносници називају и турбопреносницима снаге. Механички рад улазног (погонског) вратила, посредством радног кола пумпе изазива струјање радне течности и повећање 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 [6].

Турбопреносници снаге могу бити турбоспојнице или турбомењачи, у зависности од тога да ли имају улогу преноса снаге без промене обртног момента или са променом обртног момента [7].

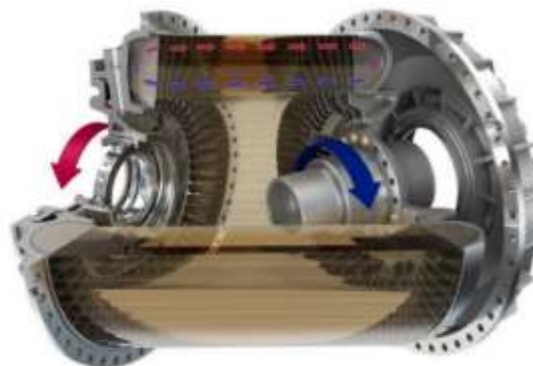
2.1. Турбоспојнице

Основни задатак главне спојнице, односно квачила, у систему преноса снаге код моторних возила јесте да споји или прекине ток снаге између мотора и осталих склопова преносника, што значи и између мотора и погонских точкова [8].

Турбоспојница се састоји из два радна кола, пумпног и турбинског који се налазе у заједничком кућишту које је спојено са пумпним колом. Пумпно коло је везано за погонски мотор, а турбинско за вођене елементе преносника снаге.



Слика 1. Шема рада турбоспојнице [6]



Слика 2. 3Д приказ рада турбоспојнице [2]

Према томе да ли се може утицати на промену броја обртаја гоњеног вратила, турбоспојнице могу бити нерегулационе и регулационе.

Нерегулациона турбоспојница је врста турбоспојница која се у литератури другачије назива и турбоспојница константног пуњења, из разлога што у њеном радном простору, током времена, протиче непромењена количина течности. Тиме је онемогућен утицај на промену броја обртаја гоњеног вратила, јер се број обртаја турбинског радног кола прилагођава оптерећењу које трпи гоњено вратило и хидродинамичким условима који се, при сваком радном режиму, успостављају унутар турбоспојнице.

Регулациона турбоспојница је турбоспојница која се може наћи и под називом турбоспојница са промењивим пуњењем. У њеном радном простору, деловањем црпне радне цеви, или додатне пумпе, омогућена је промена запремине радне течности, чиме се утиче на одговарајућу промену снаге која се преноси турбоспојницом. На овај начин се директно може управљати бројем обртаја гоњеног вратила.

Приликом рада турбоспојнице у сваком од радних режима, који су дефинисани тренутним запреминама радне течности која циркулише у радном простору, моменти на погонском и гоњеном вратилу турбоспојнице су једнаки и сразмерни тој количини радне течности. Дакле, занемарујући отпоре ваздуха при обртању спојнице и трење у лежиштима, моменти на улазном (пумпном) и излазном (турбинском) вратилу се могу сматрати једнаким

$$M_1 = M_2 = M. \quad (1)$$

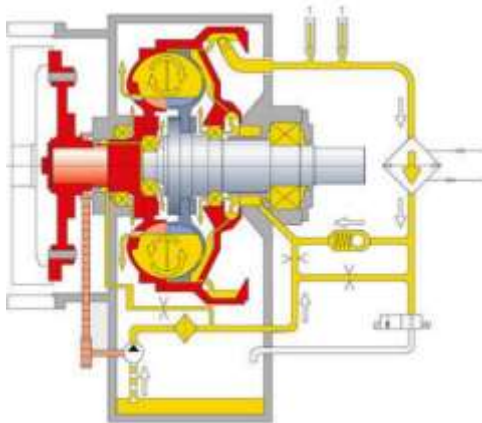
Снаге на улазном и излазном вратилу су:

$$P_1 = M\omega_1, \quad P_2 = M\omega_2 \quad (2)$$

па је степен корисности хидродинамичке спојнице дефинисан [9] као:

$$\eta = P_2 / P_1 = \omega_2 / \omega_1 = n_2 / n_1 = i. \quad (3)$$

Осим у нормалном-вучном режиму, када се енергија преноси од пумпног ка турбинском вратилу, хидродинамичка спојница може да ради и у режимима кочења, када се енергија преноси од турбинског ка пумпном вратилу [3].



Слика 3. Регулациона спојница марке Voith TPKD-SAE [6]

2.2. Турбомењачи

Хидродинамички мењач, односно турбомењач представља турбомашину чија је улога пренос снаге и промена обртног момента кретања, деловањем радне течности која циркулише кроз његов радни простор.

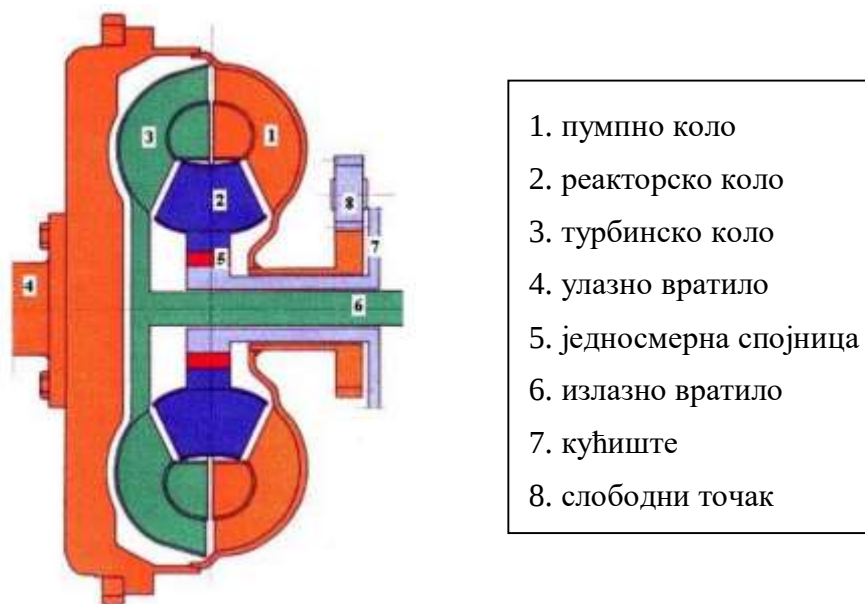
Претварач обртног момента има четири основна дела:

Спољашње кућиште – Обично се састоји од два заварена комада челика, у којима се налазе пумпно, реакторско и турбинско радно коло. Кућиште је испуњено хидрауличком течношћу.

Пумпно радно коло – Представља покретачки члан који производи кретање уља унутар претварача увек када мотор ради. Радно коло се назива и претварачка пумпа.

Турбинско радно коло – Налази се на улазном вратилу преносника. Постављено је испред реакторског и пумпног кола у кућишту. Турбина није причвршћена за радно коло, већ се може слободно окретати а радни флуид представља једину везу између њих.

Реакторско радно коло – Дизајнирано је да побољша кружење радне течности унутар турбомењача. Оно повећава ефикасност мењача и обртни момент, тако што омогућава кретање радне течности у унутрашњости кућишта [10].



Слика 4. Скица турбомењача са позицијама [6]

У турбомењачу се пренос снаге (обртног момента и угаоне брзине), као и у спојници, врши без круте везе и механичког додира погонског и гоњеног вратила. У односу на одговарајуће параметре погонског вратила, врши се континуално и аутоматски се прилагођава оптерећењу на гоњеном вратилу.

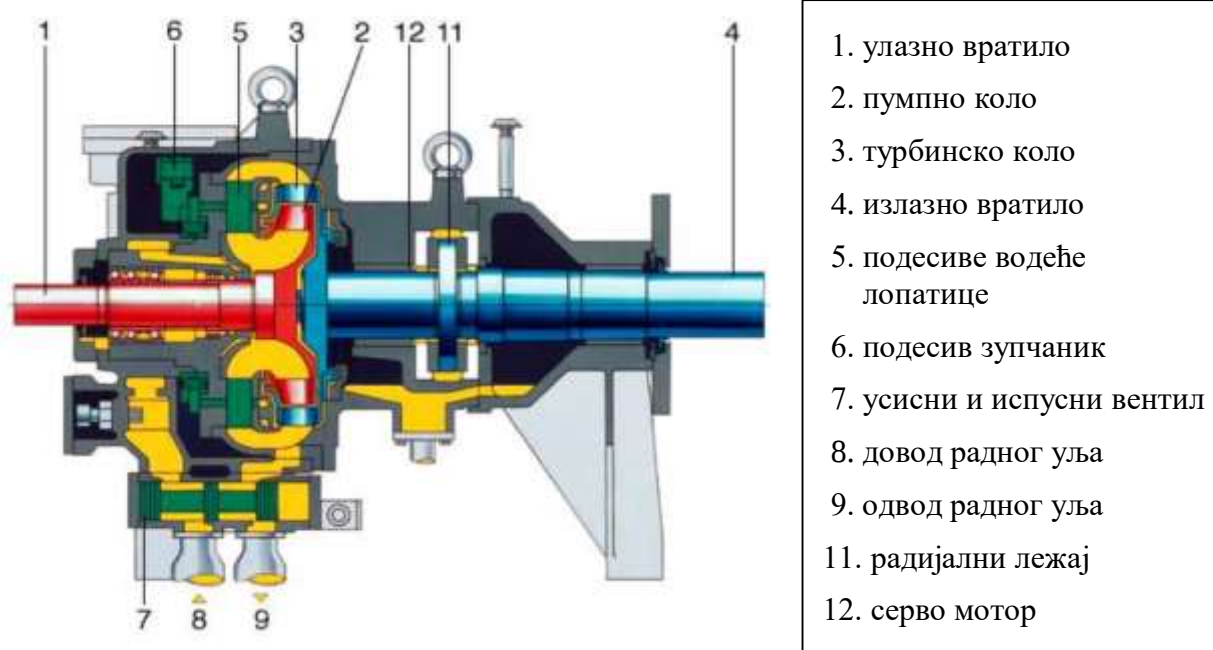
Саму промену момента и угаоне брзине гоњеног вратила у односу на оне вредности које диктира погонска машина, односно погонско вратило, омогућава такозвано реакторско или спроводно радно коло. Овај непокретни лопатични венац се уграђује између турбинског и пумпног лопатичног радног кола турбомењача.

Према њиховим конструкцијским и радним карактеристикама, основна подела турбомењача је на некомплексне и комплексне.

Некомплексни турбомењачи су врста турбомењача чија је главна одлика непокретно реакторско коло, као и то да у целом опсегу могућих преносних односа (количника бројева обртаја гоњеног и погонског вратила) врше промену обртног момента и броја обртаја.

Комплексни турбомењачи, за разлику од некомплексних, имају конструкцијско решење које омогућује да реакцијски апарат, у зони радних режима са високим степенима корисности, ради као турбомењач а у зони радних режима са ниским степенима корисности ради као турбоспојница.

Рад турбомењача као турбоспојнице, омогућен је од неког преносног односа слободним обртањем реакцијског апарата као турбинског кола, а у функцији хидродинамичких услова које му сама конструкција и дати радни режими намећу [7].



Слика 5. Турбомењач марке Voith [2]

У моторним возилима, хидродинамички мењач има исту основну функцију као и спојница са сувим трењем ручног преносника. Он омогућава одвајање мотора ради заустављања возила док је у брзини и такође омогућава поновно упаривање мотора како би се постигло убрзање.

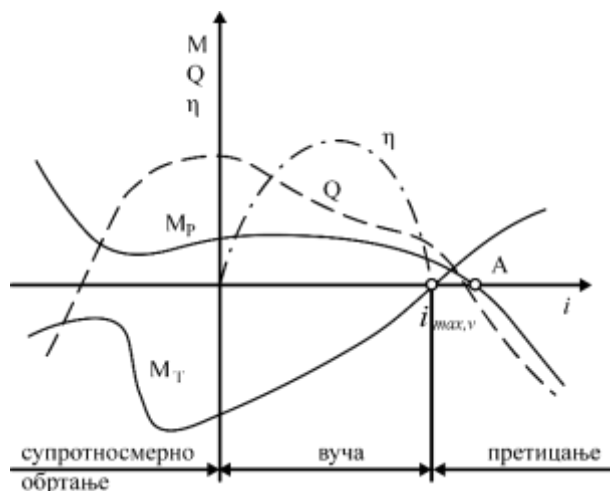
Хидродинамички трансформатори, као и хидродинамичке спојнице, могу да раде у нормалном-вучном режиму и у режиму кочења.

У вучном режиму смерови спољног дејства на пумпном и турбинском вратилу хидродинамичког мењача су супротни. На пумпно вратило делује погонски, а на турбинско њему супротносмерни момент оптерећења (кочења). Спољне карактеристике хидродинамичког трансформатора у вучном режиму цртају се у првом квадранту $M-i$ координатног система, а моментима оптерећења на турбинском вратилу формално се даје позитиван предзнак.

У кочном режиму турбинско коло се обрће под дејством момента оптерећења његовог вратила. Код хидродинамичких трансформатора, као и код хидродинамичких спојница, остварују се два подручја кочења: једно са супротносмерним обртањем, а друго са претицањем.

У режиму супротносмерног обртања погонски мотор обрће коло пумпе у једном смеру, а коло турбине се под дејством спољњег оптерећења обрће у супротном смеру. Дакле, при супротносмерном обртању турбинско коло се обрће у супротном смеру у односу на обртање у вучном режиму. У овом режиму се сва снага пумпе трансформише у топлоту.

Режим претицања, у ком је $i > i_{\max}$ настаје кад момент оптерећења на турбинском вратилу промени смер и почиње да делује као погонски. До оваквог режима долази у случајевима када је интензитет оптерећења на вратилу турбинског кола у режиму оптерећења мали, на пример при кретању возила на низбрдици малог нагиба. У овом режиму рада, пумпно коло и даље ради у режиму пумпе, трошећи сву енергију на савладавање хидрауличких губитака. У оваквим случајевима претицања моменти M_p и M_T су истог знака. У случајевима када је момент оптерећења турбинског вратила већег интензитета, турбинско коло, које ради у режиму пумпе, у стању је да савлада све хидрауличке губитке, па момент пумпног кола пролази кроз нулу у тачки А и мења знак. Сада пумпно коло прелази у режим рада кочнице [6].



Слика 6. Режији кочења турбомењача [8]

3. Хидраулички системи управљања

Хидраулички системи аутоматског управљања хидродинамичко-механичких трансмисија, представљају спој више хидрауличких компонената помоћу којих се врши управљање процесом промене степена преноса, хидродинамичким мењачем и хидродинамичким успоривачем (уколико га трансмисија поседује).

Брзина кретања возила и оптерећење мотора представљају важне параметре преко којих се остварује аутоматска промена степена преноса.

Промена степена преноса се врши, по правилу, у тренутку када рад мотора и трансмисије прелазе у област неповољних режима.

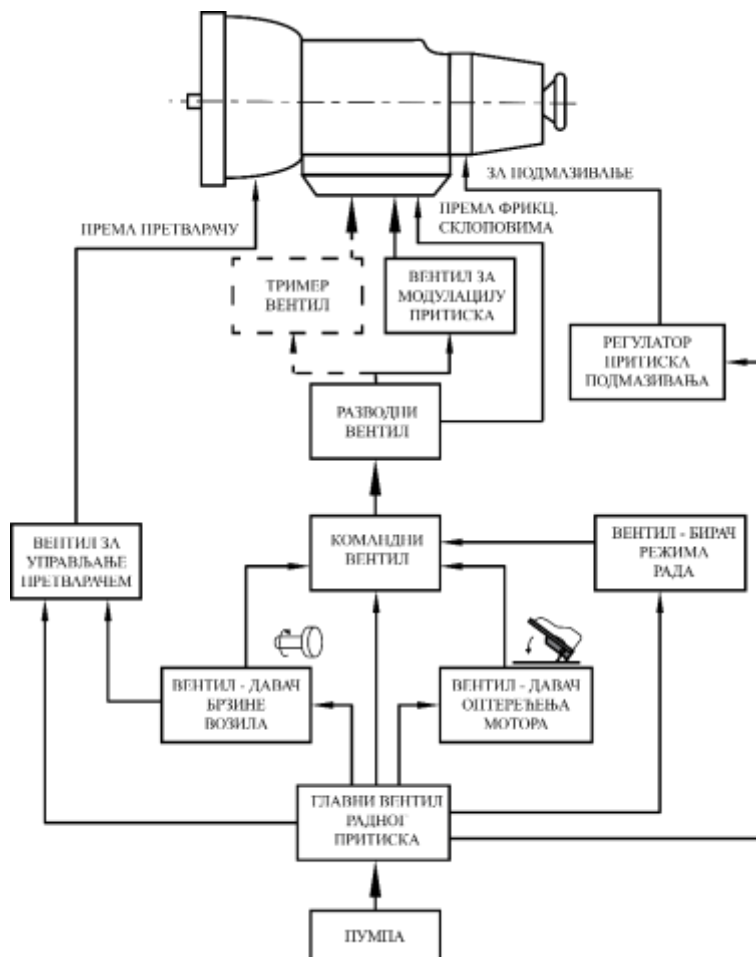
3.1. Функције хидрауличких система управљања

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 возилима, у зависности од њихове врсте и намене, као и конструкцијског решења трансмисије, хидраулички системи за аутоматско управљање садрже компоненте и уређаје стандардног или специјалног извођења.

Када је реч о аутоматском управљању хидродинамичко-механичким трансмисијама, постоје одређене типске компоненте које су им заједничке и које су неопходне за функционисање сваког система. На слици 7 је приказана шема најважнијих хидрауличких компоненти једног сложеног хидрауличног система и њихова међусобна функционална повезаност.



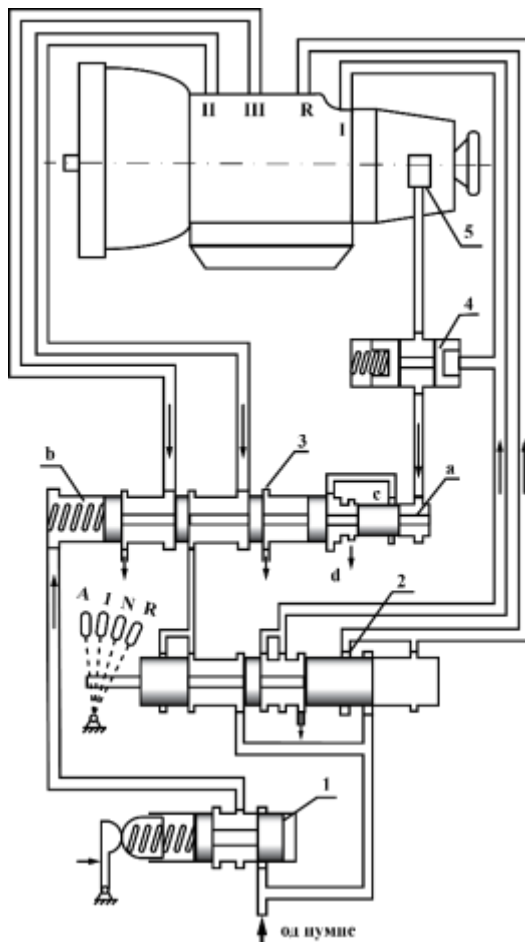
Слика 7. Општа шема хидрауличког система за аутоматско управљање трансмисијом [11]

Сваки хидраулички систем мора да поседује извор хидрауличке енергије, а то је најчешће зупчаста 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.

3.2. Основни принцип аутоматског управљања трансмисијом

Аутоматско управљање трансмисијом, која има три степена преноса за ход напред и један за ход назад, приказано је шемом на слици 8. Приказан је аутоматизован процес промене само из II у III степен преноса и обрнуто, јер 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 промена у III степен преноса. Код трансмисија са већим бројем степени преноса и број аутоматизованих степена се увећава.



Слика 8. Основни принцип аутоматског управљања трансмисијом [9]

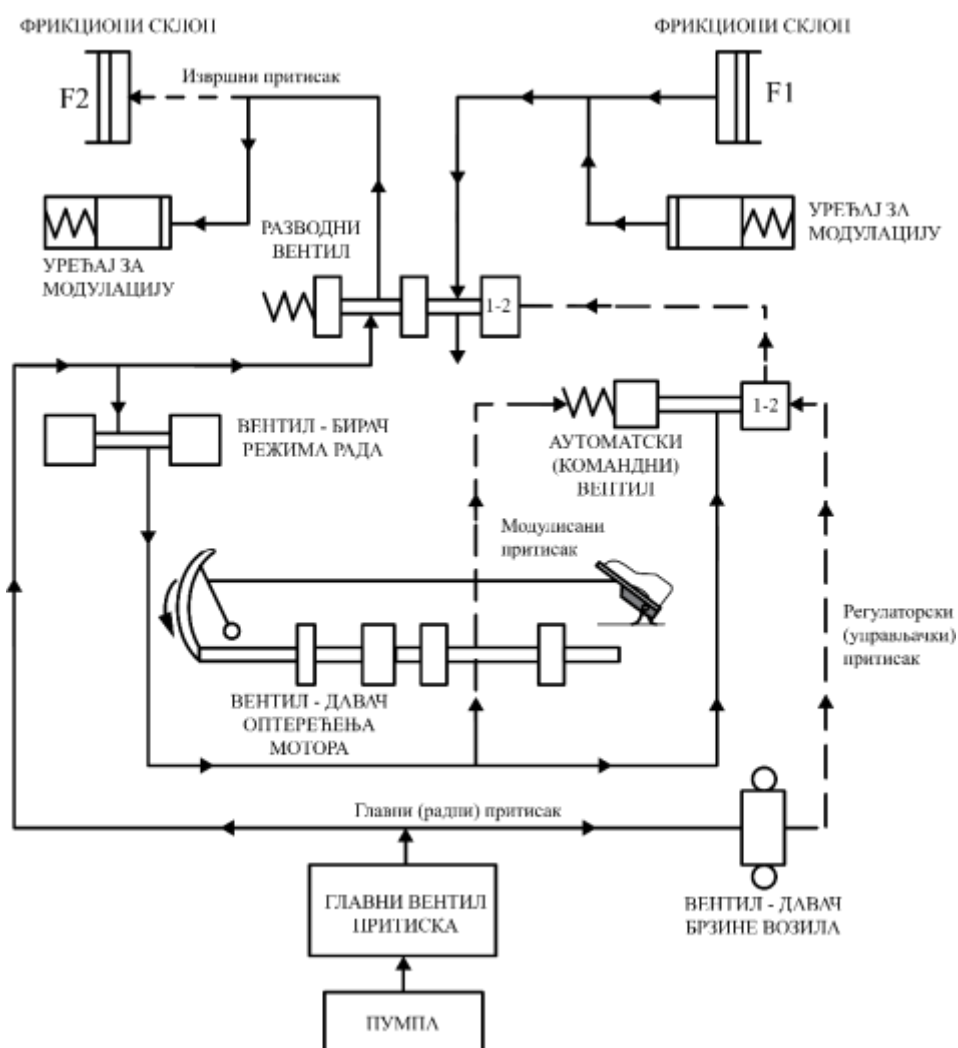
На наведеној шеми приказане су само оне компоненте хидрауличког система које су у непосредној вези са аутоматском променом степена преноса.

Од пумпе уље доспева под притиском до вентила давача оптерећења мотора (1) и до вентила-бирача режима рада (2), који има четири положаја: N - неутрални, I - први степен преноса, R - ход назад и A - положај за аутоматску промену. У положају A уље се кроз вентил (2) доводи до аутоматског вентила (3) или тзв. пребацивачког вентила. Када је његов клип у десном положају, он обезбеђује пролаз уља према фрикционом склопу за укључивање II степена преноса. Достицањем у том степену преноса одређене брзине

кретања возила, izvršiće se 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).

Ако је број аутоматизованих степена преноса већи и хидраулички систем управљања је сложенији. Поред основних компонената приказаних на претходној слици, систем, ради остваривања аутоматске промене степена преноса и специфичних захтева у вези с њом, може бити изведен и од допунских компонената. Функционална шема дела сложеног хидрауличног система у оквиру кога се реализује промена између два степена преноса, може бити представљена као на слици 9.



Слика 9. Функционална шема хидрауличког система за управљање аутоматском трансмисијом [12]

Допунске компоненте овако реализованог система управљања чине: разводни вентили, пример вентили и уређаји за модулацију притиска у сваком фрикционом склопу. Разводни вентил на основу притиска који се формира у аутоматском (командном) вентилу, при датим условима, врши развођење уља према фрикционом склопу жељеног степена преноса и истовремено врши искључивање претходног степена преноса. Он заправо представља хидраулички управљани разводник. За постепено укључивање степена преноса, фрикциони склопови могу бити опремљени са пример вентилима или уређајима за модулацију притиска. Пример вентили имају углавном двоструку функцију: најпре редукују притисак према фрикционом склопу, а затим постепено успостављају жељени притисак у одређеном временском интервалу. Због начина на који то раде, веома су слични акумулаторима притиска. Према томе, они на одређен начин извршавају и функцију уређаја за модулацију притиска. Свака од наведених компонената хидрауличног система генерише одређене притиске у појединим деловима система.

3.3. Основне компоненте хидрауличног система

У основне компоненте хидрауличног система спадају: пумпе за уље, главни вентил за регулацију притиска, вентили за управљање претварачем, преливни или заштитни вентили, аутоматски вентили, ручно управљани вентили, вентил - давач положаја педале за „гас” (модулатор) и вентил - давач брзине возила (центрифугални регулатор).

Сваки хидраулички систем који управља аутоматском трансмисијом најчешће поседује исте наведене компоненте. Оне заједно, изузев пумпе, чине склоп који се назива управљачки блок.

За пројектовање система за управљање аутоматском трансмисијом, потребно је знати за какве посебне функције је намењен. Такође, веома је важно познавати и какви се услови рада очекују. Познавање полазних захтева система је неопходно како би се, за сваку његову компоненту, одредили потребан радни притисак и проток уља.

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

- познавање протока пумпи, да би се при пројектовању осталих компонената система обезбедили одговарајући проточни пресеци и извршило њихово адекватно димензионисање,
- познавање броја фрикционих склопова који се напајају из система,
- познавање притиска управљања овим компонентама у свим режимима њиховог рада,
- дефинисати притисак и проток за управљање хидродинамичким мењачем,
- обезбедити прилагодљивост система различитим условима коришћења.

3.3.1. Пумпе за уље

За остваривање аутоматске трансмисије неопходно је, пре свега, постојање уља под притиском, које би омогућило њено функционисање. Извор хидрауличке енергије, чија је улога да напаја уљем све хидрауличке компоненте, је пумпни систем. Пумпни систем аутоматске трансмисије се углавном састоји од главне и помоћне пумпе, довољног капацитета да је захтевани притисак у фрикционим склоповима трансмисије обезбеђен у сваком тренутку [13].

Главну пумпу покреће мотор. Најчешће се примењују зупчаста пумпа (нерегулациона) или крилна пумпа (регулациона). Пумпа је регулациона или нерегулациона у зависности од тога да ли јој је могуће променити радну запремину. Пумпе са могућношћу промене радне запремине су се показале као ефикасније, јер им се радна запремина мења у зависности од захтева трансмисије [14].

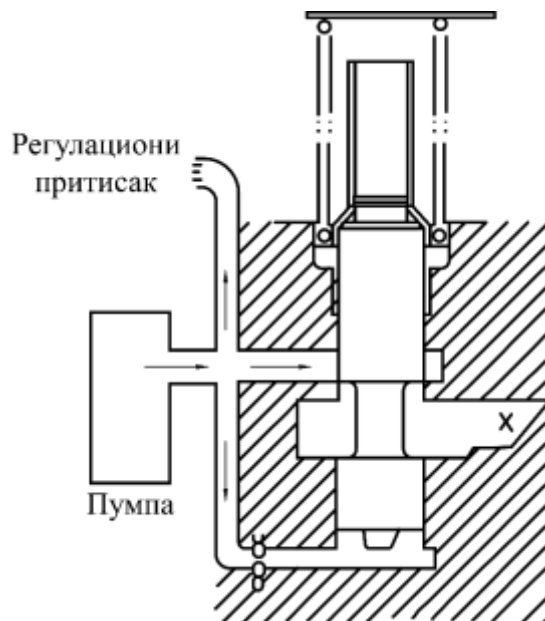
Помоћну пумпу, за разлику од главне, погони излазно вратило трансмисије. Из тог разлога, она функционише само док се вратило окреће.

Ефикасност трансмисије се повећава при већим брзинама возила. До тога долази из разлога што се повећава капацитет помоћне пумпе, која притом преузима напајање система са истовременим смањивањем захтева на главној пумпи и смањивањем радног притиска главне пумпе. Док помоћна пумпа напаја делове система који захтевају већи притисак, главна пумпа може да напаја елементе којима је потребан мањи притисак. На пример, може да се користи за пуњење претварача, подмазивање трансмисије или хлађење уља. Уколико је, у неком тренутку, потребно да се испоручи више уља него што је могуће преко помоћне пумпе, главна пумпа се поново укључује у рад система, системом неповратних вентила.

При кретању возила малим брзинама, ефикасност трансмисије је мања. До тога долази због тога што је неопходно држати релативно висок радни притисак и када је брзина обртања пумпи веома мала [11].

3.3.2. Главни вентил за регулацију притиска

Улога главног вентила за регулацију притиска је да обезбеди потребан притисак радне течности (уља) у главној магистрали. Преко ње се, даље, напајају и остали делови система. На слици 10 је приказано једноставно хидрауличко коло, које представља једно од могућих решења главног вентила за регулисање радног притиска.



Слика 10. Главни вентил за регулацију радног притиска [11]

Од пумпе долази до гранања радне течности. Преко једне гране, уље долази на чеону површину клипа вентила где врши притисак. На овај начин уље помера вентил, при чему се сабија опруга. У одређеном тренутку, при померању клипа, отвориће се излазни отвор х. Радни притисак уља, кога регулише вентил, одређује се из услова равнотеже силе у опрузи и силе притиска уља на чело клипа. Овај тип вентила одржава константни притисак у главном воду, без обзира на проток пумпе.

На слици 11 приказан је још један тип вентила за регулисање притиска у систему. Његова главна улога је регулација радног притиска преко главног притиска у доводном воду.



Слика 11. Вентил малог протока за регулацију притиска [9]

За разлику од претходно приказаног, овај вентил нема велику количину уља на излазу. То се остварује одговарајућим преклапањем клипа вентила са прикључним отворима. Укупан преклоп вентила једнак је збиру преклопа А и Б који су обележени на слици 11. Узимајући да нема протока у делу инсталације где влада регулациони притисак, запремински губици, у виду цурења, у доводном воду кроз заптивну површину Б биће једнаки губицима кроз заптивну површину А. У стварној инсталацији, међутим, постоји увек неки проток у воду где влада регулациони притисак. Зато је проток кроз површину Б једнак збиру протока у регулационом воду и протока кроз површину А.

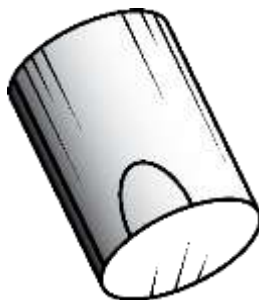
Са становишта цурења уља, пожељан је велики преклоп клипа вентила. Са функционалног становишта, он је неповољан. Због тога што је проток у регулационом воду подложен променама, вентил мора брзо реаговати у прелазном режиму. Са променом положаја вентила, мења се и сила у опрузи. У случају када је ово померање, због већег преклопа, превелико, вентил ће тежити да осцилује. Као последица тога, регулисани притисак може пулсирати.

Уколико је неопходно одржавање притиска у захтеваним уским границама, веома је важно димензионисање опруге вентила, јер притисак у највећој мери зависи од силе у опрузи.

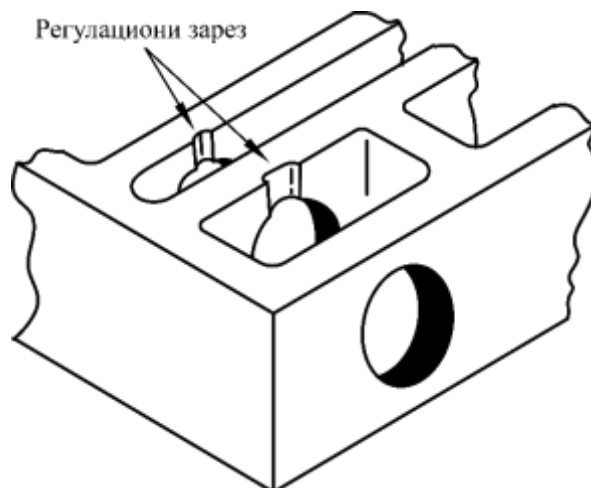
При свом раду, ови вентили праве вибрације које су праћене непријатном буком и зујањем. Узрок зујању углавном представљају фреквенције које настају када зупчaste или крилне пумпе својим зупцима или лопатицама стварају импулсе притиска. Што је број зубаца и лопатица већи, могу се очекивати мање вибрације. На појаву вибрација вентила могу утицати и други фактори као што су: вискозност уља, маса вентила, облик прикључних отвора, резонанца пумпи и уљних водова, сопствена фреквенција опруга, вентила и томе слично.

Један једноставан и релативно ефикасан начин за смањивање зујања вентила је коришћење пригушника у уљном воду преко кога се уље доводи на чеону површину клипа вентила.

Други начин решавања проблема зујања вентила састоји се у изради тзв. регулационих површина на клипу вентила и регулационих зареза у кућишту вентила, слике 12 и 13.



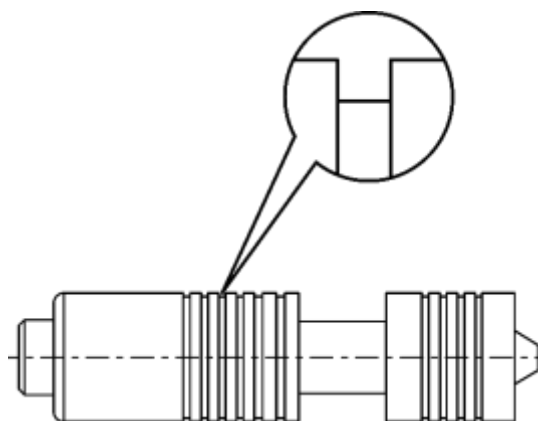
Слика 12. Регулациона површина на клипу вентила за елиминисање вибрација [12]



Слика 13. Регулациони канали на кућишту вентила за елиминисање вибрација [11]

Ова два решења утичу на функционисање вентила на сличан начин. Наведеним захватима на клипу вентила и кућишту, дозвољава се протицање уља кроз излазни отвор без потпуног отварања вентила. Према томе, могућа је постепенија промена, од положаја када је вентил потпуно затворен, до положаја када је благо отворен.

Други проблем који се јавља при раду вентила је његово бочно оптерећење. Између клипа вентила и отвора у који је он смештен се јавља трење које негативно утиче на његов правилан рад. Да би се ефекат бочног оптерећења умањио, сваки прикључни отвор на вентилу треба да буде изведен као прстенаста површина која окружује цео вентил. Оваквом конструкцијом уравнотежене су силе притиска уља које делују по читавој периферији вентила. Код вентила на чију функцију може озбиљно утицати бочно оптерећење, приступа се изради већег броја канала на површини клипа, на начин на који је то приказано на слици 14.

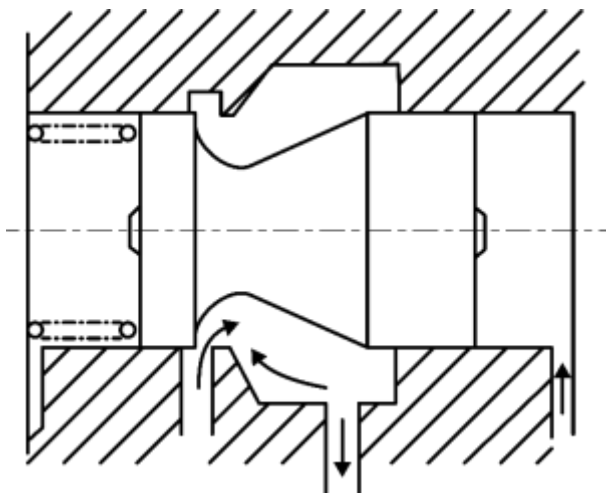


Слика 14. Прстенасти канали на клипу вентила [12]

Када ови канали постоје, уље нормално протиче између површине клипа и отвора, пунећи канале и вршећи раздвајање притиска између клипа и отвора. Ово хидрауличко дејство смањује бочно оптерећење и трење клипа вентила у његовом отвору. Код одређених

извођења вентила, чији су проток и притисак релативно велики, при раду може настати проблем као последица аксијалне силе. Ова аксијална сила је проузрокована ефектом млаза и импулсним дејством уља на кружну површину клипа вентила.

На слици 15 се може видети контура вентила и извођење отвора који се користи за уравнотежење аксијалне силе проузроковане импулсним дејством уља.



Слика 15. Облик вентила са уравнотеженом аксијалном силом [11]

Хидрауличка инсталација која најбоље представља регулациону функцију главне и помоћне пумпе у склопу са главним вентилом, приказана је на слици 16.



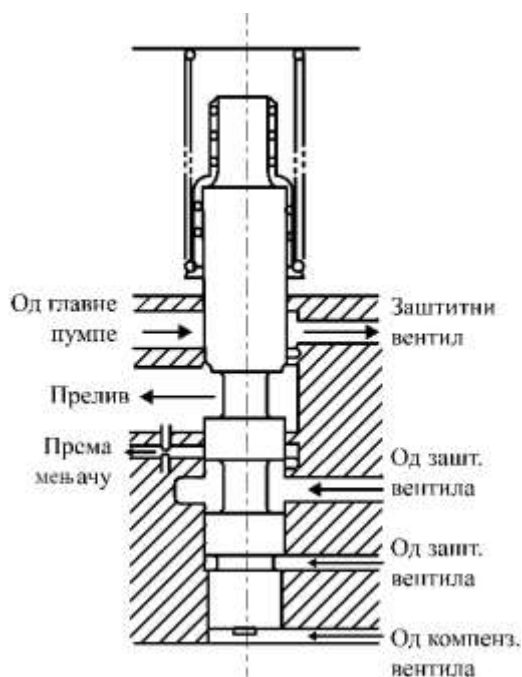
Слика 16. Регулационо хидрауличко коло са две пумпе за уље [12]

Обе пумпе су спојене са истим регулационим вентилом. Уље из главне пумпе тече директно у вентил за регулацију притиска и, такође, може протицати кроз неповратни вентил главне пумпе до главне уљне магистрале. Уље из помоћне пумпе мора ићи кроз

неповратни вентил ове пумпе према главној магистрали и регулатору. Када притисак уља помоћне пумпе прекорачи силу притиска у неповратном вентилу ове пумпе, вентил ће се отворити, а притом ће се неповратни вентил главне пумпе затворити. На претходној слици помоћна пумпа напаја систем, док се излаз главне пумпе налази у опточном воду (by-pass-у). Два одвојена пумпна склопа имају одређене предности. На пример, приликом стартовања мотора помоћна пумпа ће бити погођена излазним вратилом трансмисије и користиће се за обезбеђивање уља под притиском у хидрауличком систему [12].

3.3.3. Вентили за управљање мењачем

Како је управљање претварачем неопходно у сваком систему управљања аутоматском хидродинамичко-механичком трансмисијом, потребно је остварити проток уља кроз мењач. То се постиже посредством главног регулационог вентила, слика 17.



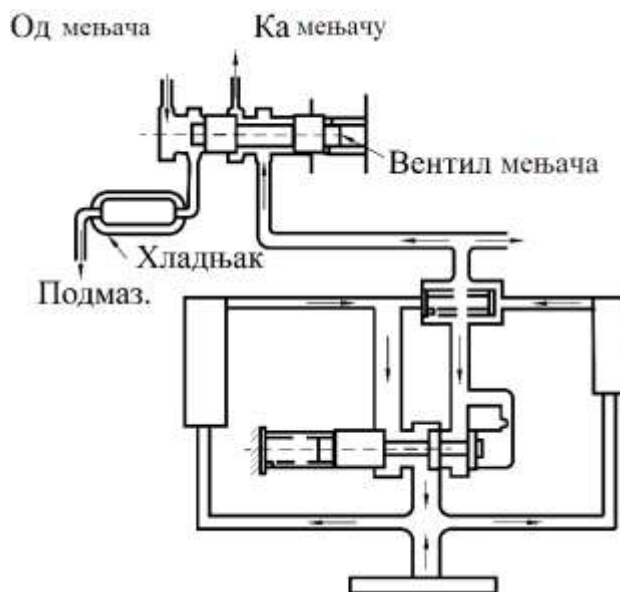
Слика 17. Вентил за управљање мењачем [9]

У приказаном хидрауличком колу, уље тече од главне пумпе, заобилази клип и отиче према заштитном вентилу главне пумпе. Затим се враћа у вентил мењача преко два вода. На једном од ова два улаза у вентил постоји разлика суседних површина клипа. Ова разлика утиче на његову основну регулациону функцију. На месту другог улаза у вентил се обезбеђује пуњење мењача. Притисак пуњења мењача је једнак регулационом притиску, умањеном за вредност пада притиска приликом протицања уља кроз пригушник.

Како би се спречила појава кавитације у мењачу, притисак пуњења мењача би требало да буде релативно виши од притиска испаравања уља. Потребно је обезбедити и управљање спојницем, уколико трансмисија поседује мењач са спојницем за блокирање.

Укључивањем и искључивањем ове спојнице се може управљати помоћу посебне вентилске групе која је заступљена код новијих решења трансмисија.

На слици 18 приказан је ток уља у делу хидрауличке инсталације, преко којег се управља вентилом за регулацију притиска у мењачу.

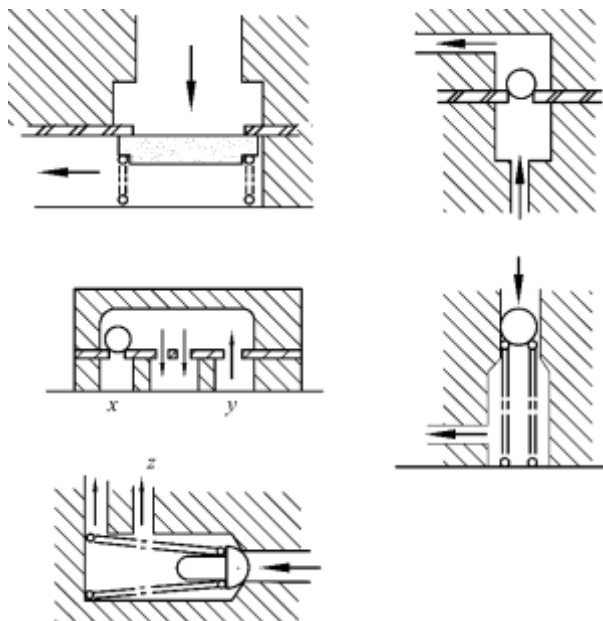


Слика 18. Део хидрауличке инсталације за управљање мењачем [12]

3.3.4. Преливни (заштитни) вентили

Преливни и заштитни вентили спадају у вентиле којим се регулише вредност притиска у делу система испред вентила. Вентили сигурности имају задатак да штите систем од дејства притиска изнад неке подешене вредности, најчешће до величине 15 - 20% веће од називног радног притиска (притиска при максималном оптерећењу хидрауличног извршног органа). Тиме се поједине компоненте или читав систем штите од преоптерећења. Вентил сигурности се обично поставља у споредној грани, која је једним крајем повезана са цевоводом под притиском, а другим крајем са резервоаром, тако да се део или сав радни флуид, по достизању максималног притиска у хидрауличном систему, враћа у резервоар. То изазива смањење притиска у систему, а након што се у систему постигне подешена вредност притиска вентил се затвара [14].

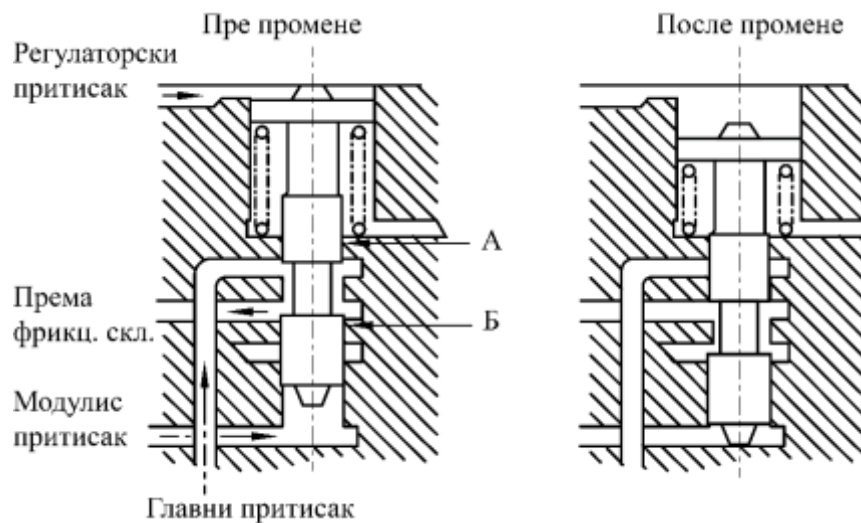
Ови вентили се често могу применити у хидрауличким системима за управљање аутоматских трансмисија. Они спречавају да уље протиче ка појединим деловима хидрауличке инсталације, све док се не достигне одређени притисак или док се не успостави одређена разлика притиска са обе стране вентила. Поред тога, врло често се користе за затварање различитих уљних комуникација, када имају функцију неповратних вентила. Неколико могућих конструкцијских извођења ових вентила приказано је на слици 19.



Слика 19. Типично извођење заштитних вентила [11]

3.3.5. Аутоматски вентили

Аутоматски или командни вентили су двоположајни вентили. Хидрауличка или опружна акумулирана сила покреће овај вентил из једног положаја у други и тако врши укључивање или искључивање функционалних склопова у изабраним степенима преноса. Хидраулички сигнал који формира вентил-давач брзине возила је један од сигнала који врши премештање клипа овог вентила, док други хидраулички сигнал, који се формира у модулатору, тежи да се томе супростави. На слици 20 приказано је типично извођење аутоматског вентила, у оба радна положаја, пре и после промене степена преноса.



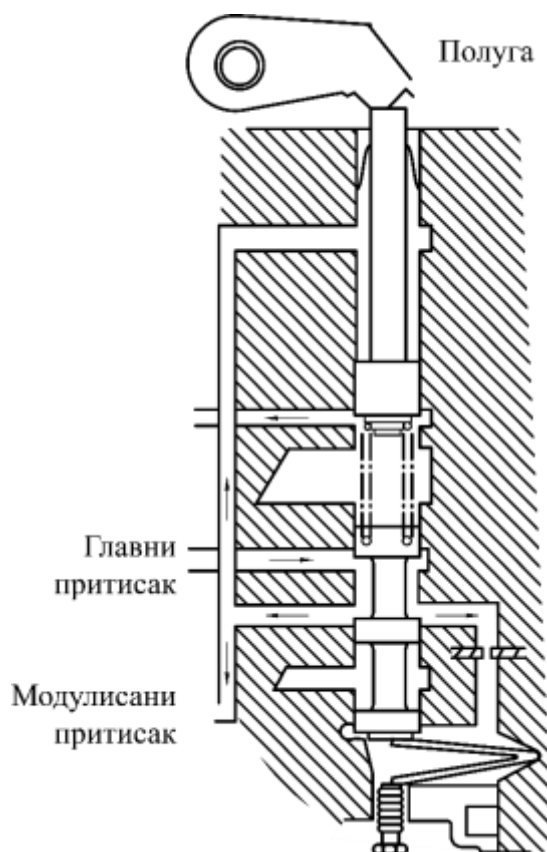
Слика 20. Типично извођење аутоматског вентила [12]

Сила регулаторског притиска се, пре промене положаја вентила, супроставља сили у опрузи, притиску на површину А из главне уљне магистрале и модулисаном притиску. Када се услед разлике ових сила вентил незнатно покрене, притисак на површине А и Б се прекида. Из разлога што је површина А већа од површине Б, силе тренутно неће остварити баланс а након тога брзо постићи резултујуће ново равнотежно стање.

3.3.6. Вентил модулатор

У циљу формирања одговарајућег модулисаног притиска у систему управљања, потребно је обезбедити хидраулички сигнал који ће сразмерно одговарати оптерећењу мотора, односно положају педале гаса. Овај хидраулички сигнал се може добити углавном на два начина.

Први начин је коришћење механичке везе, којом би се деловало на опругу вентила модулятора при померању папучице гаса. Приказан је на слици 21.

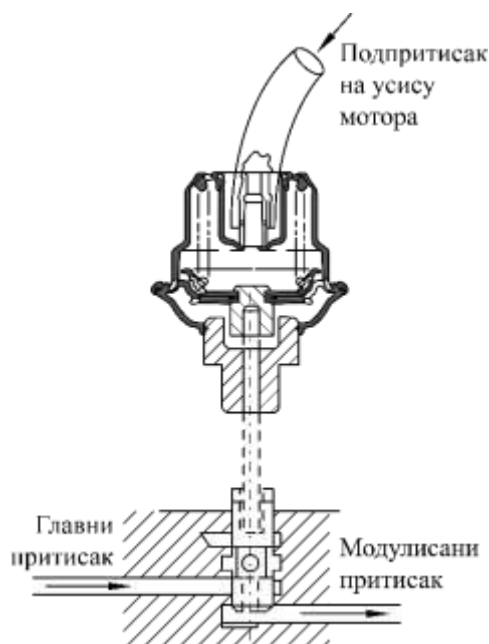


Слика 21. Склоп вентила модулятора са механичком везом [11]

Склоп вентила-модулятора чине опруга вентила и клип модулятора.

Наведена механичка веза којом се покреће клип модулятора представља систем полуга које су повезане са пригушним лептиром карбуратора. Због тога се овај вентил назива и пригушним. Напајање вентила се врши из главне уљне магистале. Истовременим деловањем силе модулисаног притиска и силе у опрузи, успоставља се равнотежа која диктира положај вентила. У случају када је папучица гаса притиснута и пригушни лептир карбуратора отворен, систем полуга активира клип модулятора и сабија опругу вентила. То ће довести до повећања модулисаног притиска у складу са успостављеним равнотежним стањем вентила модулятора. Повећање модулисаног притиска биће пропорционално величини отварања пригушног лептира. Модулисани притисак се усмерава према аутоматским вентилима. То су вентили преко којих се остварује аутоматска промена степена преноса и укључивање одговарајућих фрикционих склопова у трансмисији.

При другом начину формирања модулисаног притиска, који је приказан на слици 22, користи се подпритисак на усису мотора.



Слика 22. Склоп вентила модулятора са вакумским уређајем [12]

Горња комора, која је већа, херметички је затворена. Опруга у горњој комори делује на еластичну дијафрагму, док је мања комора на атмосферском притиску. Вакуумски модулартор може да ради на следећа два начина:

- У првом случају, потпритисак на усису мотора је обрнуто пропорционалан обртном моменту мотора.

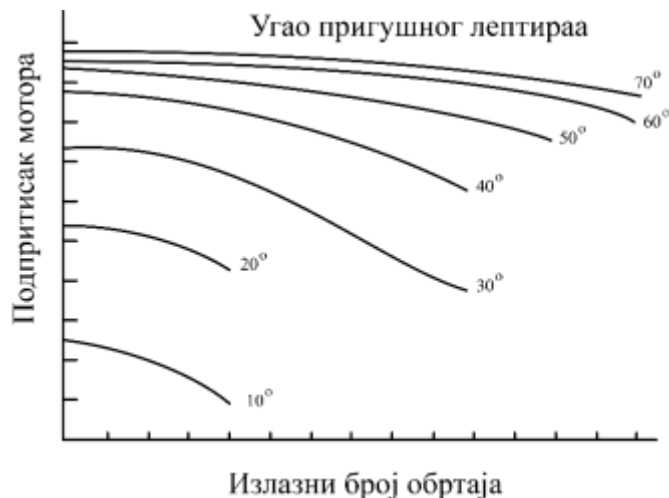
Опруга у вакуумској комори тежи да повећа модулисани притисак својим деловањем на вентил модулятора. Истовремено, на усису мотора делује вакуум. При празном ходу, када је вакуум релативно висок, као приликом празног хода, модулисани притисак ће бити низак. У случају отварања пригушног лептира вакуум ће пасти и модулисани притисак ће се повећати, због дејства силе у опрузи.

- У другом случају, три силе делују истовремено у вакуумској комори уређаја.

Апсолутни притисак на усису мотора и опруга теже да, својом резултујућом силом, помере дијафрагму а преко ње и клип вентила модулятора. Сила атмосферског притиска представља трећу силу која на дијафрагму делује у супротном смеру. У случају када мотор не ради, притисак ваздуха је исти са обе стране дијафрагме. Тада на вентил модулятора делује само сила опруге. При празном ходу мотора, притисак ваздуха на усису је знатно мањи од атмосферског. Из тог разлога, притисак ваздуха тежи да покрене вентил модулятора напред и да смањи дејство силе опруге на вентил. На овај начин, модулисани притисак не постоји или има малу вредност.

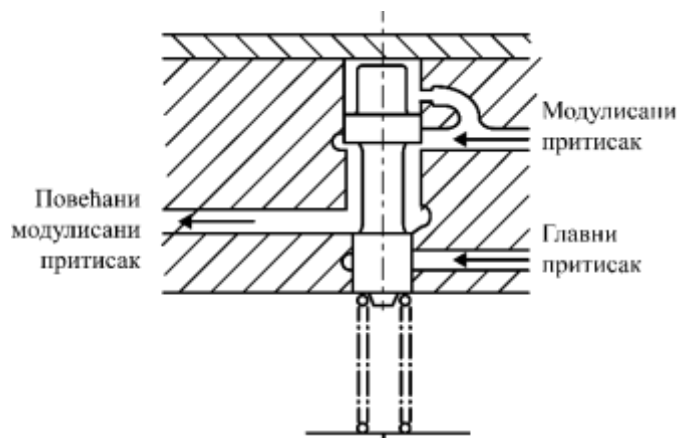
Отварањем пригушног лептира карбуратора, повећава се апсолутни притисак на усису мотора. Повећавањем апсолутног притиска се повећава и сила која делује на вентил. Из тога следи да је модулисани притисак директно пропорционалан апсолутном притиску у усисној грани мотора.

Са слике 23 се може видети да, при великим угловима отварања пригушног лептира карбуратора, долази до малих промена вредности вакуума на усису мотора, чак и када возило остварује велике брзине. Потребно је повећати ову разлику како би се повећао модулисани притисак и прошириле области отварања аутоматског вентила приликом промене степена преноса.



Слика 23. Вакуумска карактеристика мотора [9]

Пример помоћног вентила којим се повећава модулисанои притисак се може видети на слици 24.



Слика 24. Помоћни вентил модулятора [11]

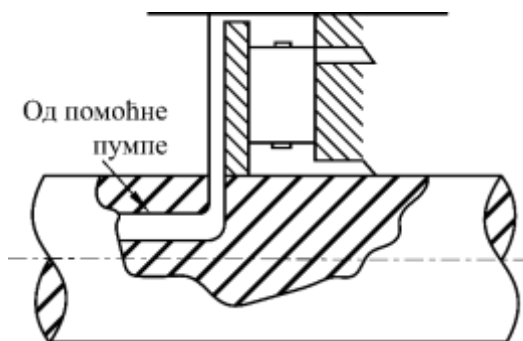
Овај вентил се користи искључиво у горњем подручју промена степена преноса и брзина возила. Вентилом се управља уз помоћ модулисаног притиска.

Повећањем модулисаног притиска до одређене вредности, сила од притиска уља на чело помоћног вентила модулятора, деловаће насупрот његове опруге и тежити да вентил помери. Померањем вентила оствариће се комуникација са номиналним притиском и наступиће регулација повећаног модулисаног притиска. Овај притисак је увек пропорционалан модулисаном притиску.

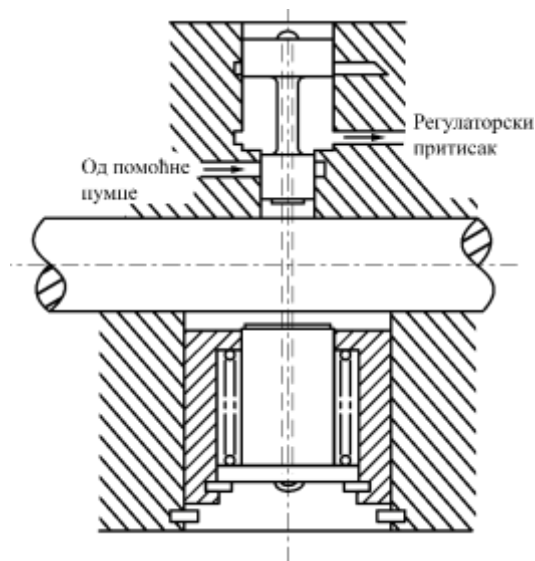
3.3.7. Центрифугални регулатор

Управљачки притисак, који ће зависити од брзине кретања возила, може да се оствари коришћењем различитих врста уређаја. Сви они користе центрифугални ефекат и ротирајуће масе, за стварање одговарајуће силе. Како је ова сила пропорционална квадрату угаоне брзине излазног вратила трансмисије, све криве регулаторског притиска ће бити параболе.

Центрифугални регулатори могу бити изведени као једностепени или вишестепени, шта је приказано на сликама 25 и 26.



Слика 25. Једностепени центрифугални регулатор [12]



Слика 26. Вишестепени центрифугални регулатор [11]

Број степена регулатора је одређен бројем аутоматизованих степена преноса.

Код двостепеног регулатора, регулациони вентили се налазе насупрот ротирајућих маса и са њима су спојени преко осовинице која пролази кроз излазно вратило трансмисије. Обртањем излазног вратила, центрифугална сила изазива померање вентила од осе ротације, при чему се притисак регулише у складу са угаоном брзином вратила, односно у складу са брзином којом се возило креће.

3.3.8. Ручно управљани вентили

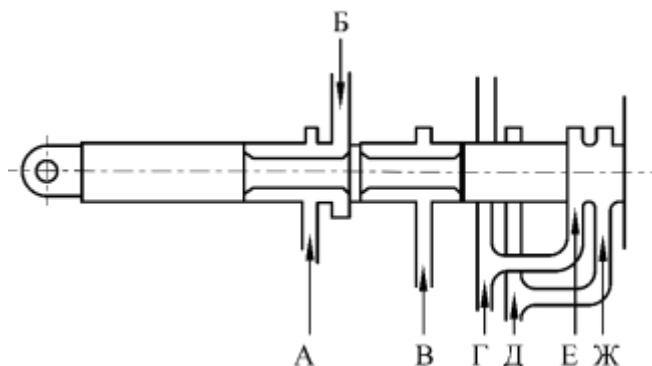
Ручно управљани вентили имају механичку везу са полугом за избор начина рада возила. Покрећу се механичким путем, од стране возача. Њиховим активирањем се врши избор жељеног степена преноса у трансмисији. Могу се одабрати радни положаји за паркирање, ход назад, неутрални, кретање или ниски степен преноса. Једно од могућих решења ових вентила, приказано је на слици 27.



Слика 27. Позиционирање ручног вентила [12]

При изабраном режиму рада, ручни вентил доводи радну течност само до оних прекидачких вентила који активирају степене преноса дозвољене у датом режиму. Вентили за промену степена преноса, чије је укључивање забрањено у одабраном режиму рада, не добијају доток уља.

На слици 28 приказана је типична конструкција ручног вентила за управљање двостепеном аутоматском трансмисијом. Вентил је приказан у неутралном положају, када се напајање врши преко отвора В.



Слика 28. Ручно управљани вентил [11]

4. Електрохидраулички системи управљања

Усавршавањем система за управљање побољшава се комфор и економичност моторних возила. Велики је број параметара који могу да утичу на рад трансмисије, међутим, само се мали број њих узима у обзир због компликованог решења система као и због економичности.

Код путничких возила највише је уложено у развој и усавршавање аутоматске трансмисије са електронским системом управљања.

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

Систем управљања са електрохидрауличким компонентама, садржи, најчешће, следеће функционалне целине:

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

Команде трансмисије чине: команда кочнице (1), команда „гаса” (2) са индикатором положаја (3) и бирач режима рада (5). Команде су намењене за управљање основним

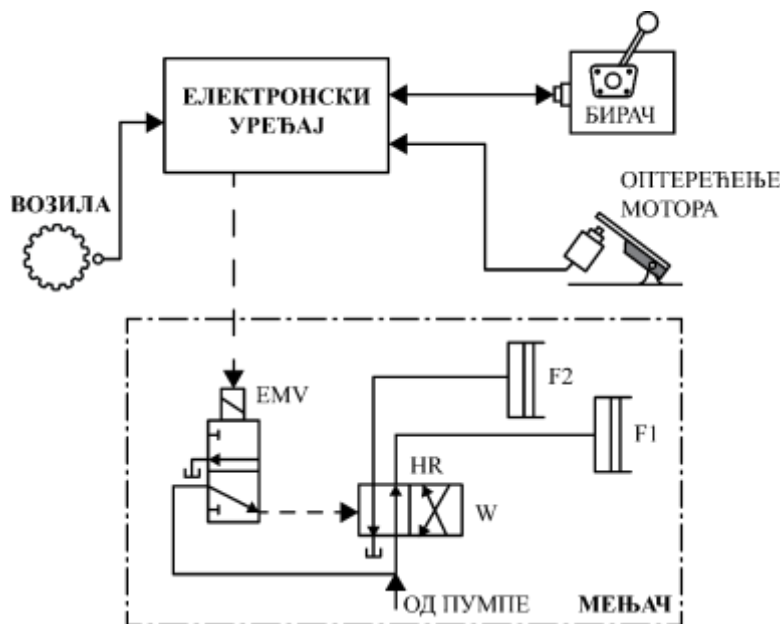
функцијама трансмисије, пре свега, променом степена преноса, а у зависности од решења трансмисије команде могу бити и за управљање возилом, успоривачем или хидродинамичким претварачем у улози кочнице. Дакле, бирач режима рада је једна од основних компонената, а све оне поседују одговарајуће сензоре који 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 управљају одговарајућим хидрауличким компонентама у циљу извршавања функција хидрауличног дела система.

Помоћне компоненте дају одговарајуће информације о брзини возила, оптерећењу и броју обртаја мотора, а имају и улогу 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 електрокомпоненте.

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 (слика 29).



Слика 29. Принципијелна шема електрохидрауличног управљања [11]

4.1. 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.

4.2. Електронски уређаји за управљање трансмисијом

Електронски уређаји за управљање трансмисијом се састоје од модула за напајање и неколико основних функционалних модула. Пријем сигнала са дигиталних улазних сензора омогућава дигитални улазни део. Он их преноси до централне процесорске јединице (CPU). Аналогни улазни део прима сигнале са аналогних сензора, претвара их у дигитални облик и преноси до CPU. Након обраде сигнала, шаље нове, управљачке сигнале 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. Електронски уређај може се реализовати на два основна начина: на хардверу који би био РС - компатибилан или применом микроконтролера.

4.3. Бирач режима рада

Бирач режима рада је најчешће електромеханичка компонента. Жељени режим рада може бити реализован са ручицама или помоћу тастера.

Промена под оптерећењем може се реализовати на два начина: полуаутоматски и аутоматски.

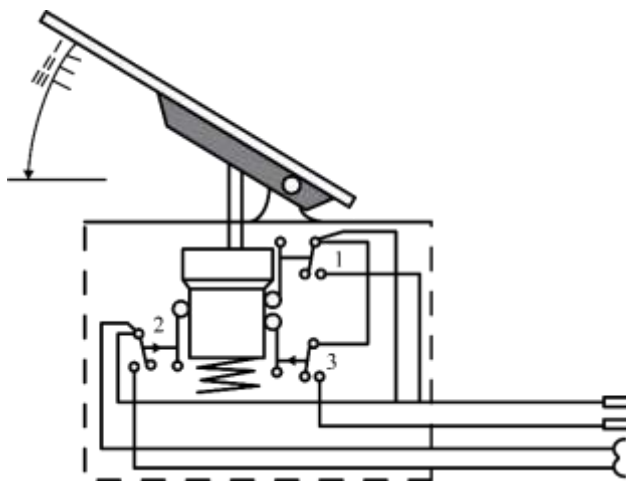
Код ручног начина промене, избор степена преноса је препуштен возачу уз обавезну употребу главне спојнице, помоћу које се врши претходно растерећење фрикционих склопова од притиска уља.

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 електронски уређај за управљање трансмисијом од сензора. Аутоматски начин промене степена преноса се бира постављањем ручица у одређени положај, тј. избором тастера [11].

4.4. Команда кочнице

На слици 30, приказано је специјално извођење педале кочнице за управљање претварачем обртног момента. Оно је примењено код једне аутоматске трансмисије. Ово решење има три прекидача, по један за активирање сваког степена кочења. Кочионо дејство је усклађено са механичком фрикционом кочицом, тако што је обезбеђен постепен прелаз од кочења претварачем на кочење радним кочицама.



Слика 30. Извођење педале кочнице за кочење успоривачем [9]

4.5. 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 фрикционим склоповима и одређује радна тачка у којој се остварује аутоматска промена степена преноса. Сигнал о оптерећењу мотора се може пренети до електронског уређаја електромеханичким путем и електронским. На слици 31 приказано је једно електромеханичко решење команде „гаса”, код којег се давач оптерећења мотора састоји од потенциометра, који је механички везан за полугу 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 сигналама о броју обртаја мотора n_1 и излазном броју обртаја трансмисије n_2 [11].



Слика 31. Електромеханички пренос сигнала о оптерећењу мотора [11]

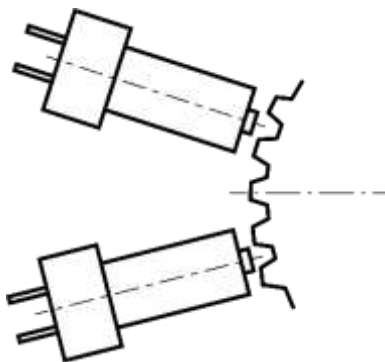


Слика 32. Електронски пренос сигнала о оптерећењу мотора [9]

На слици 32 приказана је шема преноса сигнала о оптерећењу мотора, код мотора који има електронску регулацију рада. Педала „гаса” је преко једног полужног механизма повезана са потенциометром, који као задату вредност даје електронском регулатору напон који је пропорционалан угаоном положају педале. Регулатор ову задату вредност упоређује са стварном, коју је генерисао извршни орган (серво-мотор), па извршном органу даје променљиви сигнал као команду за подешавање, који одговара положају педале. Извршни орган који је уграђен на мотору, подешава полуку пумпе високог притиска или пригушни лептир карбуратора, односно уређај за убризгавање горива, при чему се овај поступак стално понавља. Регулатор стварну вредност сигнала претвара у пулсирајући напон који репрезентује оптерећење мотора и шаље га у електронски уређај [11].

4.6. Давач брзине возила

Импулсни давачи раде на принципу индукције или на оптичком принципу. На слици 33 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 [12].



Слика 33. Давач брзине возила [11]

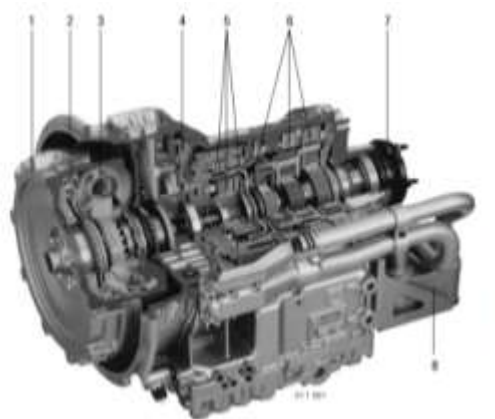
5. Примери хидрауличких система управљања

5.1. Управљање на примеру трансмисије ZF-Ecomat 2

На слици 34 приказан је пресек трансмисије ZF Ecomat 2.

Позиције:

- 1 улазно вратило
- 2 спојница за блокирање турбомењача
- 3 турбомењач
- 4 хидродинамички успоривач
- 5 ламеласте спојнице
- 6 мулти-диск кочнице
- 7 излазно вратило
- 8 хладњак за уље



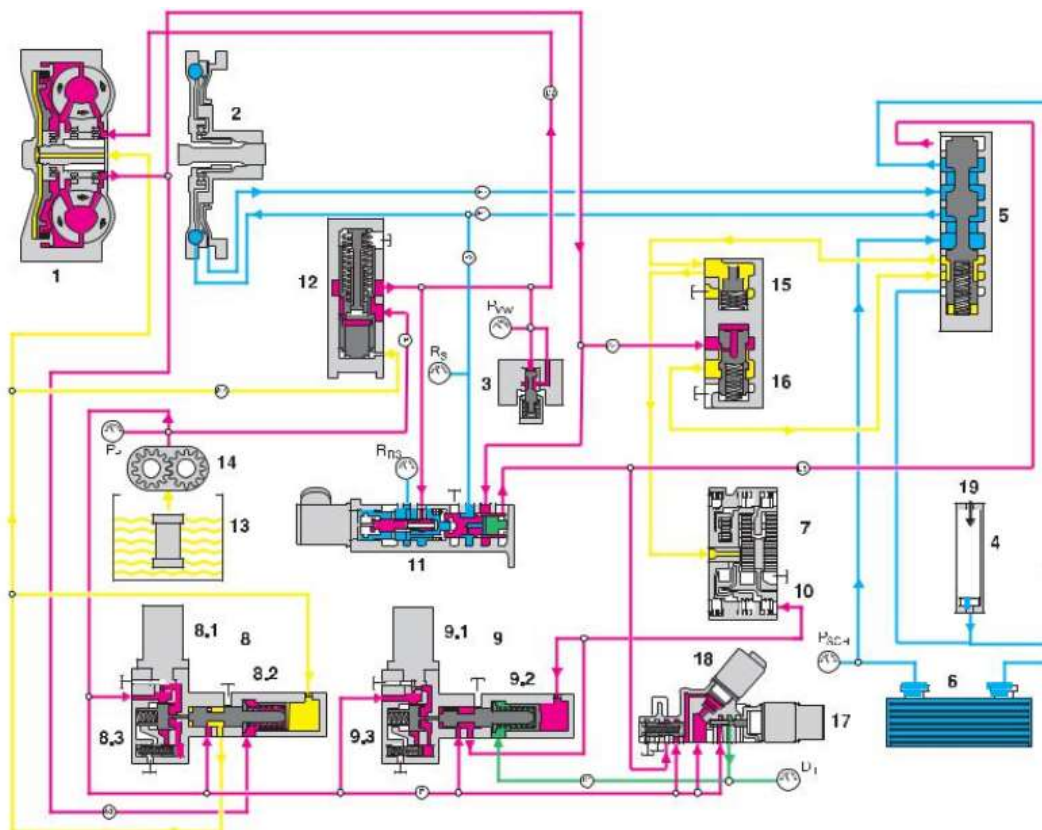
Слика 34. Пресек трансмисије ZF-Ecomat 2 [15]

У табели 1 је дата шема укључивања појединих фрикционих елемената у зависности од степена преноса.

Табела 1. Распоред укључивања фрикционих склопова у шестостепеној трансмисији ZF Ecomat 2

Фрикциони склоп	A	B ₁	C	D	E	F1	F ₂
R			*			*	*
N							
1. степен	*					*	
2. степен	*				*		
3. степен	*			*			
4. степен	*	*					
5. степен		*		*			
6. степен		*			*		

Хидрауличка шема трансмисије ZF-Ecomat 2 са обележеним елементима је приказана на слици 35.



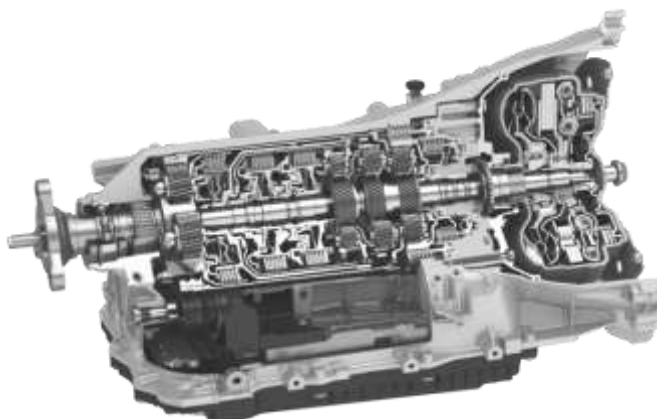
Слика 35. Принцип рада хидрауличног система за управљање трансмисијом ZF-Ecomat 2 [16]

Ознаке:

- | | |
|---|---|
| 1 хидродинамички мењач | 10 фрикциони склопови |
| 2 успоривач | 11 вентил за управљање успоривачем |
| 3 сигурносни вентил мењача | 12 главни вентил за регулацију притиска |
| 4 акумулатор | 13 пречистач уља |
| 5 усмеравајући вентил хладњака | 14 пумпа |
| 6 хладњак уља | 15 вентил притиска подмазивања |
| 7 планетарни мењач | 16 повратни вентил мењача |
| 8 склоп вентила за управљање претварачем | 17 вентил модулисаног притиска |
| 8.1 електромагнетски вентил | 18 прикључак за довод ваздуха |
| 8.2 модулатор притиска | |
| 8.3 разводни вентил | |
| 9 склоп вентила за управљање фрикционим склоповима мењача | |
| 9.1 електромагнетски вентил | |
| 9.2 модулатор притиска | |
| 9.3 разводни вентил | |

5.2. Управљање на примеру трансмисије ZF 8HP 45

При изради ове осмостепене трансмисије, фокус је био на смањењу потрошње горива. Дизајном је постигнуто смањење масе, већа флексибилност и ефикасност.



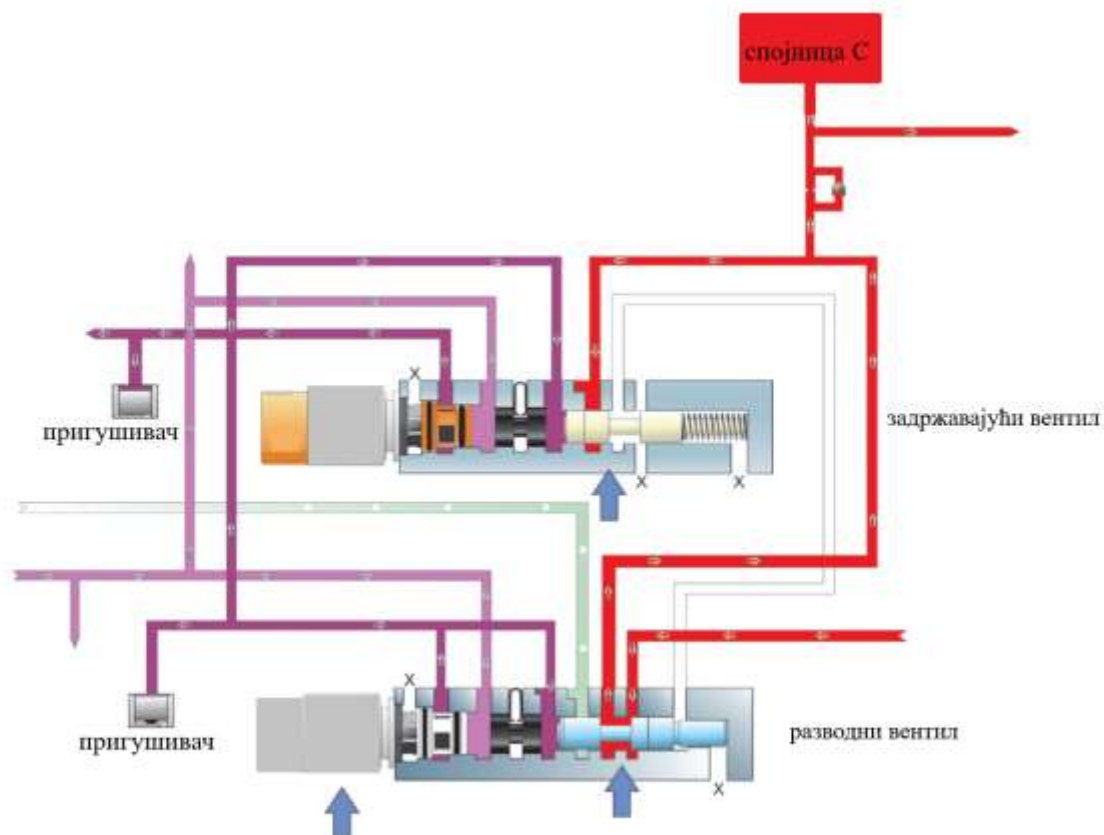
Слика 36. Пресек трансмисије ZF 8HP 45 [15]

У табели 2 приказано је које фрикционе елементе је неопходно активирати за укључивање појединих степена преноса.

Табела 2. Распоред укључивања фрикционих склопова у трансмисији ZF 8HP 45

Степен преноса	Фрикциони склоп А	Фрикциони склоп В	Спојница С	Спојница D	Спојница Е
1	*	*	*		
2	*	*			*
3		*	*		*
4		*		*	*
5		*	*	*	
6			*	*	*
7	*		*	*	
8	*			*	*
R	*	*		*	

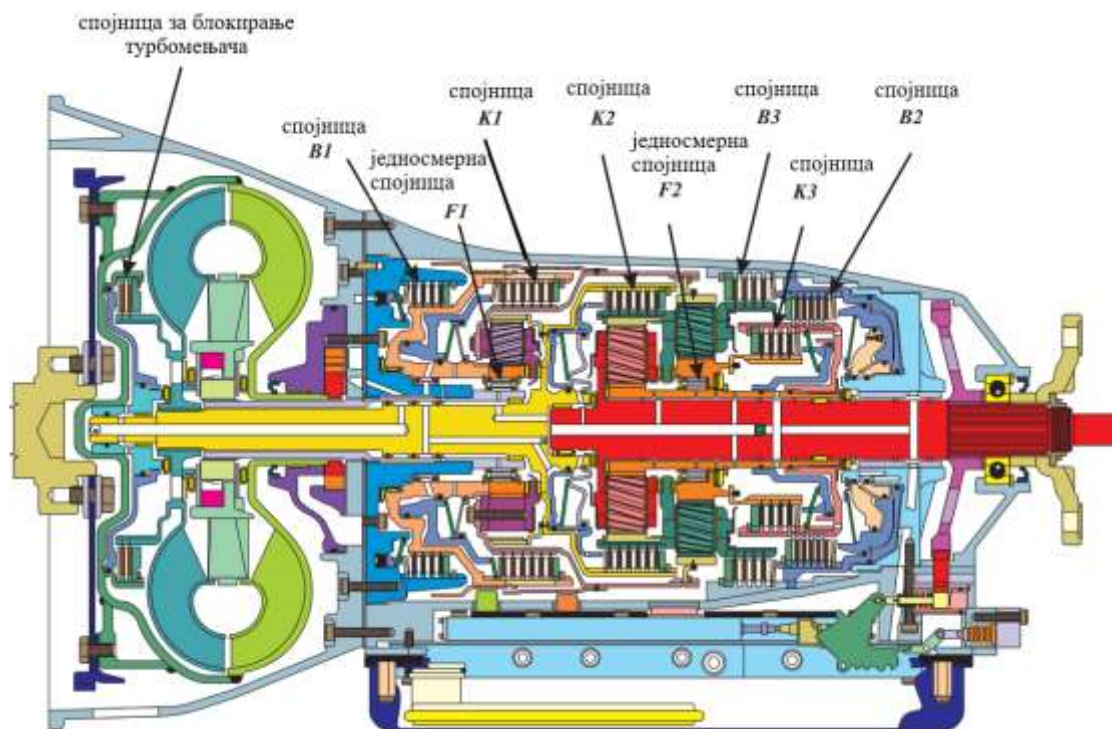
На слици 37 је приказан део хидрауличке шеме трансмисије ZF 8HP 45 за управљање спојницом C, након промене из четвртог у пети степен преноса.



Слика 37. Шема дела хидрауличног система за управљање спојницом C трансмисије ZF 8HP 45 [17]

5.3. Управљање на примеру трансмисије Mercedes-Benz

Петостепена трансмисија Mercedes-Benz представља савремено решење аутоматске трансмисије са електрохидрауличким системом за управљање. Користи се у путничким возилима. На слици 36 види се пресек трансмисије са позицијама унутрашњих елемената.



Слика 38. Пресек трансмисије Mercedes-Benz [18]

У табели 3 приказан је распоред укључивања фрикционих склопова трансмисије.

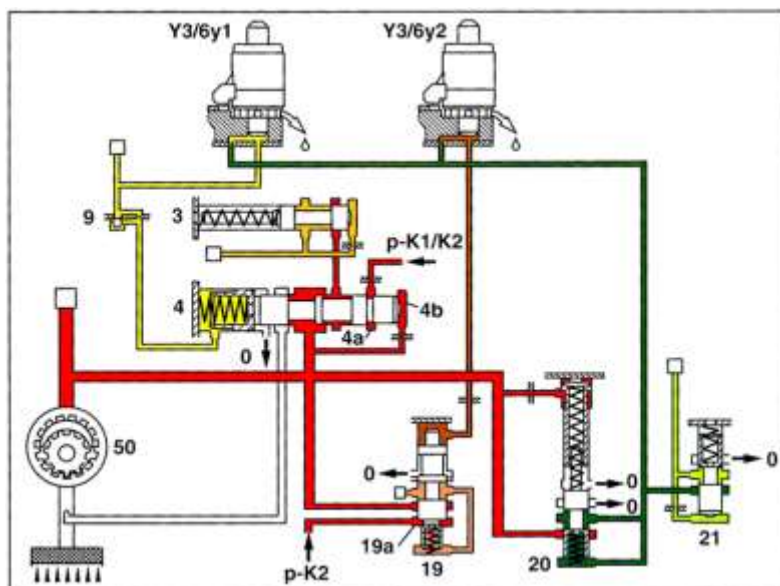
Табела 3. Распоред укључивања фрикционих склопова у трансмисији Mercedes-Benz

Степен преноса	N	1	2	3	4	5	R ⁴	R ⁵
Укључени фрикциони склопови и једносмерне спојнице	B1 K3	B1 B2 K3 F1 F2	B2 K1 K3 F2	B2 K1 K2	K1 K2 K3	B1 K2 K3 F1	B1 B3 K3 F1	B3 K1 K3

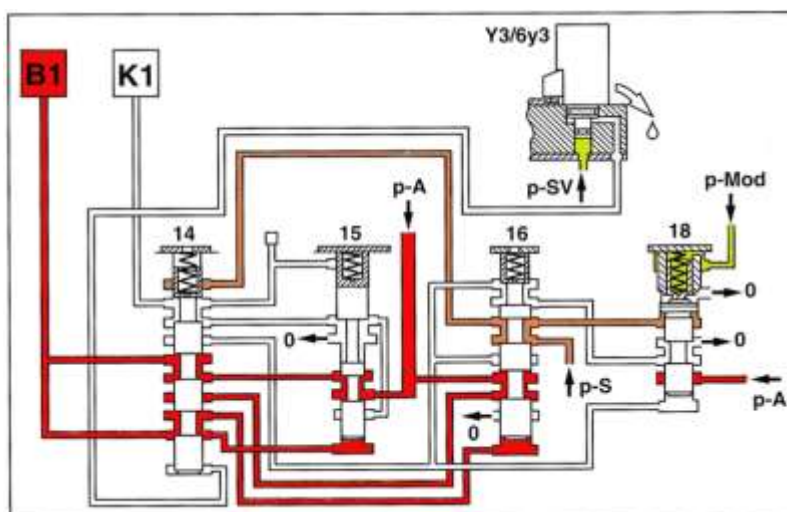
⁴ За стандардни програм управљања

⁵ За зимски програм управљања

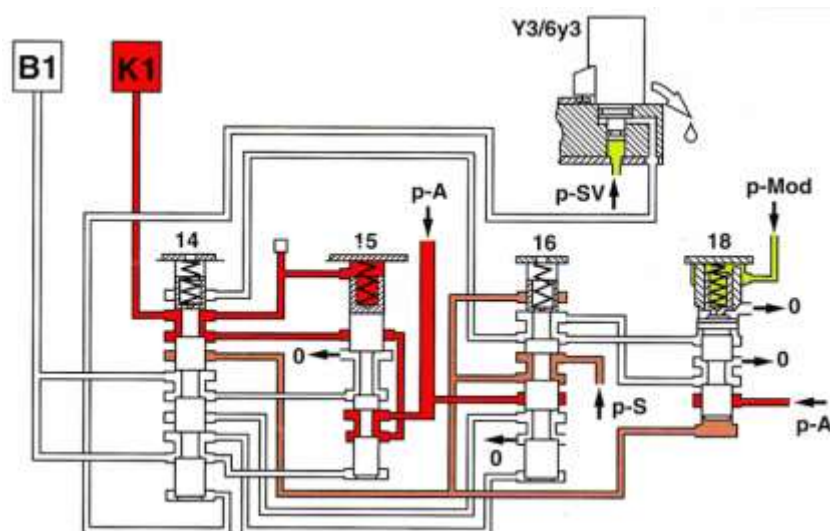
Следеће шеме илуструју промену из првог у други степен преноса трансмисије Mercedes-Benz. Притисак у систему се регулише вентилом (4) уз помоћ пропорционалног вентила Y3/6y1 и модулисаног притиска који зависи од оптерећења мотора. Непосредно пред промену степена преноса био је укључен први степен преноса, односно фрикциони склоп В1 који се налазио под радним притиском (p-A). Комуникација између њих се остварује преко вентила 14, 15 и 16. Активирањем електромагнетног „on-off” вентила Y3/6y3, уље под притиском се усмерава на разводни вентил 14 који врши промену степена преноса. Фрикциони склоп В1 се постепено празни а фрикциони склоп К1 се постепено укључује.



Слика 39. Принцип рада хидрауличког система за управљање трансмисијом Mercedes-Benz у процесу регулације притиска [19]



Слика 40. Принцип рада хидрауличког система за управљање трансмисијом Mercedes-Benz у процесу промене степена преноса (нижи степен) [11]



Слика 41. Принцип рада хидрауличког система за управљање трансмисијом Mercedes-Benz у процесу промене степена преноса (виши степен) [19]

Позиције:

K1	фрикциона спојница	p-A	радни притисак у систему
B1	фрикциона кочница	p-S	притисак управљања фрикционим склоповима у процесу промене степена преноса
0	повратни проток у корито за течност	p-SV	притисак напајања „on-off” вентила
3	улазно вратило	p-Mod	модулисани притисак
4	вентил за регулацију притиска	Y3/6y1	пропорционални електромагнетски вентил
9	једносмерни вентил	Y3/6y2	пропорционални електромагнетски вентил
14	командни вентил	Y3/6y3	електромагнетски вентил за управљање променом степена преноса
15	вентил за задршку притиска при искључивању фрикционих склопова		
18	тример вентил		
19	вентил за регулацију притиска		
20	вентил за регулацију притиска напајања Y3/6y1 и Y3/6y2		
21	вентил за регулацију притиска „on-off” вентила		

6. Закључак

У завршном раду је извршено теоријско сагледавање компонената хидрауличног система управљања хидродинамичким преносником снаге. Преглед дате теме, спроведен је у оквиру пет целина.

Уводним разматрањем, поменута је потреба да се снага пренесе од свог извора до потрошача. Објашњен је појам преносника снаге као средства у процесу преноса снаге.

Обрађен је појам хидродинамичких преносника снаге: хидродинамичких спојница и хидродинамичких мењача. Описана је њихова улога у систему преноса снаге и принцип њиховог рада. Набројани су основни елементи од којих се хидродинамички преносници снаге састоје.

Наведене су неке од најважнијих компонената хидрауличног система за аутоматско управљање трансмисијом и њихова међусобна функционална повезаност. Приказане су скице ових компонената, како би се лакше описао њихов изглед и принципа рада.

Дата је општа конфигурација и кратак опис компонената електрохидрауличног система за аутоматско управљање трансмисијом.

Приложено је неколико шематских приказа хидрауличких система управљања, на којима се јасније види међусобно деловање и повезаност компонената.

У склопу овог завршног рада, спроведен је јасан теоријски преглед хидрауличног система управљања, његове примене и компонената које чине тај систем. Поред тога, дефинисани су основни појмови, као што су потреба за преносом снаге и преносник снаге. Тиме је олакшано разумевање процеса који омогућава аутоматску трансмисију у моторним возилима.

Литература

- [1] Радојевић И., 3Д модели хидродинамичког преносника снаге са различитим положајем турбинског кола, Завршни рад, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011.
- [2] <http://moodle.mfkg.rs/course/view.php?id=112>, приступљено 3.9.2020.
- [3] Крсмановић Љ., Хидродинамички преносници снаге, Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, 1989.
- [4] <https://global.toyota/en/powertrain/transmission/>, приступљено 13.8.2020.
- [5] Богдановић Б., Никодијевић Д., Вулић А., Хидраулички и хидромеханички преносници снаге, Машински факултет у Нишу, Ниш, 1998.
- [6] Шуштершич В., Хидропреносници снаге, скрипта.
- [7] Бабић М., Стојковић С., Турбомашине (теорија и математичко моделирање), Издавачко предузеће ПРОСВЕТА Д.Д., Београд, 1997.
- [8] Дураковић, Р., Преносници снаге, Универзитет Црне Горе - Машински факултет, Подгорица, 2015.
- [9] Стевановић А., Хидраулички систем управљања хидродинамичким преносницима снаге, Завршни рад, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2012.
- [10] <https://www.carparts.com/blog/a-short-course-on-automatic-transmissions/>, приступљено 16.8.2020.
- [11] Живановић З., Јанићијевић Н., Аутоматске трансмисије моторних возила, Еколибри, Београд, 2000.
- [12] D. C. Hewitt, R. L. Leonard (Transmission and Chassis Div., Ford Motor Co), Design of Valve Body and Governor System, Desing Practices - Passanger Car Automatic Transmission, SAE, 1973.
- [13] <https://slideplayer.com/slide/10908738>, приступљено 11.8.2020.
- [14] Гордић Д., Пренос снаге флуидом - хидраулика (теоријски основи, математички модели, решени примери), Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 2007.
- [15] https://www.zf.com/products/en/cars/products_29289.html, приступљено 18.8.2020.
- [16] <https://studfile.net/preview/3865519/page:27/#69>, приступљено 3.9.2020.
- [17] https://d2q1ebiag300ih.cloudfront.net/uploads/tech_resource/file/559/Sonnax_ZF8_Webinar_Part_1_of_2.pdf?v=1485788168, приступљено 5.9.2020.
- [18] <http://shop.ukrtrans.biz/wp-content/uploads/catalogs/722.6.pdf>, приступљено 1.9.2020.
- [19] https://qclt.com/train/w202/w202/trans2_shiftproc.htm, приступљено 23.8.2020.