

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Друмски саобраћај

Предмет: Моторна возила 1

Број индекса: 67/2007

Татјана Д. Пашић

Управљачки систем

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Јованка Лукић, проф. -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

Завршни рад под темом „Управљачки преносници“ треба да садржи:

- Преглед принципа рада управљачког система
- Конструктивна решења
- Управљачки системи са сегво појачањем
- Приказ карактеристичног конструктивног решења

Препоручена литература:

[1] Garrett, T. K, Newton, K., Steeds W.: The Motor Vehicle, Thirteenth Edition, Butterworth-Heinemann, 2001

[2] Симић Д.: Моторна возила, Научна књига, Београд 1988.

[3] Н. Јанићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић „ Конструкција моторних возила“, Машински факултет Београд, 1987 година

[4] Иван Филиповић : Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли Тузла, 2006

Крагујевац, ментор:

05.12.2011.

Др Јованка Лукић, проф.

Садржај:

Увод.....	6
1. Задатак управљачког механизма.....	7
2. Управљачки систем.....	14
2.1. Принцип рада система управљања.....	15
2.2. Управљачки точак.....	17
2.3. Управљачки механизам.....	19
2.3.1. Зупчасти управљачки механизам.....	20
2.3.2. Управљачки механизам са завојницом и навртком.....	22
2.3.3. Управљачки механизам са куглицом.....	24
2.3.4. Пужни управљачки механизам.....	25
3. Преносни механизам.....	26
3.1. Елементи стабилности управљачких точкова и њихова геометрија.....	28
4. Контрола исправности уређаја за управљање.....	36
5. Серво систем.....	37
5.1. Иновације у управљачком систему.....	40
Закључак.....	43
Литература.....	44

Сажетак: Број учесника у саобраћају се из дана у дан драстично повећава, а нема могућности да саобраћајна инфраструктура прати овај бренд. Безбедност свих учесника у саобраћају је све више угрожена и неопходно је пронаћи нова решења како би се она подигла на виши ниво.

У овом раду описан је систем управљања, елементи управљачког механизма, врсте преносника, серво систем као и његова функција. Све више је у употреби примена разних система (углавном електронска помагала), који ће елеминисати утицај серва при већим брзинама али и да га повећају у градским условима. Циљ ових решења је аутоматизација перцепције вожње, како би се олакшало кретање у саобраћају и повећала његова безбедност.

Abstrakt: The Number of traffic participants is rapidly increasing from day to day, without possibility for infrastructure to follow the trend. Safety of all road users is more affected than ever end it is necessary to find new solutions, in order to raise it to higher level.

In this paper described management system, elements of governance mechanisms, types of gear, servo system and its functions. Increasingly applied different system (mostly electronic devices), to eliminate the influence of servo at higher speeds but also to increase it in urban conditions. These solutions targets are automation in driving perception, in order to make driving easier and traffic safer.

Увод

Под управљачким механизмом једног возила подразумевају се сви елементи механизма који учествују у остваривању жељене путање кретања возила. Овај склоп возила спада у врло осетљиве склопове возила зато што од његове прецизности и поузданости зависи сигурност целог возила како са аспекта кретања па тиме и безбедности у саобраћају. Управљачки механизми имају задатак да обезбеде усмеравање управљачких точкова и одржавање правца за време кретања возила. По правилу делују на предње точкове возила. Код возила са зависним системом ослањања (теретна возила и аутобуси) управљачки механизми делују на точкове преко једноделне попречне споне, док код возила са независним ослањањем преко вишеделне споне. Код теретних возила управљање се може вршити преко точкова који се налазе на више осовина (предња и задња). Код путничких, малих теретних возила и малих аутобуса сила управљања возилима се преноси од точка управљањем механичким путем а за теретна возила, аутобусе, поред основног уређаја користи се допунски серво уређај. Данашњи аутомобили које ми возимо имају класичну летву точка управљача. Наравно, када се прича о функционисању летве мора се рећи да је већина зупчаника и самих зубаца конфигурисана тако да возачу буде што лакше да okreће точак управљача. Дуго је такав систем био функционалан, међутим проналаском серво-система је доста повећана ефикасност. Аутомобил са серво-уређајем омогућава лакше управљање точка управљача.

1. Задатак управљачког механизма

Управљачки систем треба да обезбеди:

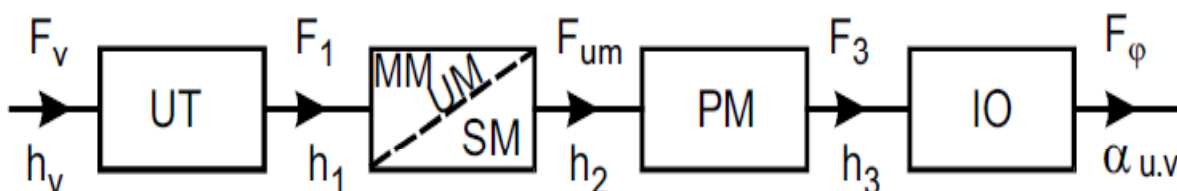
- Стабилно кретање у правцу. Управљачки точак (точак управљача) у положају праволинијског кретања треба да има минималан слободан ход. Минимални ход код транспортних возила не сме да има већи од 5° - 10° . [1]
- Малу силу на управљачком точку (код путничких возила 4-7 daN, теретних и аутобуса 15-20 daN, а код теретних возила већих носивости и радних возила и до 30-40 daN. Треба имати у виду да при повећању брзине кретања отпор супростављања заокретања управљачких точкова се смањује па самим тим се смањује и сила на волану. [1]
- Механизам мора ублажити ударе изазване неравнинама пута, тако да се на точак управљача пренесу само незнатне силе које неће замарати возача и тиме смањити сигурност кретања возила.
- Спонтано враћање управљачких точкова по изласку из криволинијског у положај праволинијског кретања под дејством стабилизирајућег момента.

Савремени механизам за управљање је окарактерисан:

- Угаоним преносним односом који представља однос угла заокретања управљачког точка волана и излазне полуге управљачког механизма. У циљу остварења управљања и добре заокретљивости потребно је остварити већу вредност угаоног преносног односа у средњем положају и мању при повећању угла заокретања точка управљача-волана.

- Степенom корисног дејства. За лако управљање повољно је да степен корисног дејства буде што већи, док је за ублажавање ударних оптерећења на точку управљача захтев сасвим супротан. Из овога следи да управљачки механизми се конструишу тако да им степен користи при преношењу силе од точка управљача на точак буде већи него у случају када се сила са точка преноси у супротном правцу.[1]

У општем случају систем за управљање се састоји од склопова датих на слици 1.1.



Слика 1.1. Структурна шема управљачког механизма [1]

UT- Управљачки точак

UM- Управљачки механизам (MM-механички механизам, SM-серво механизам)

PM- преносни механизам

IO- извршни орган (точкови, гусенице)

F_v -сила на управљачком точку (h_v - одговарајући помак управљачког точка)

F_ϕ - сила на точку возила ($\alpha_{u.v}$ угао заокретања).

Подела система може се извршити на следеће начине:

а) *Класификација по карактеру управљања:*

- управљање точковима
- управљање осовинама
- комбиновано управљање
- бочно заношење, гусенична возила.

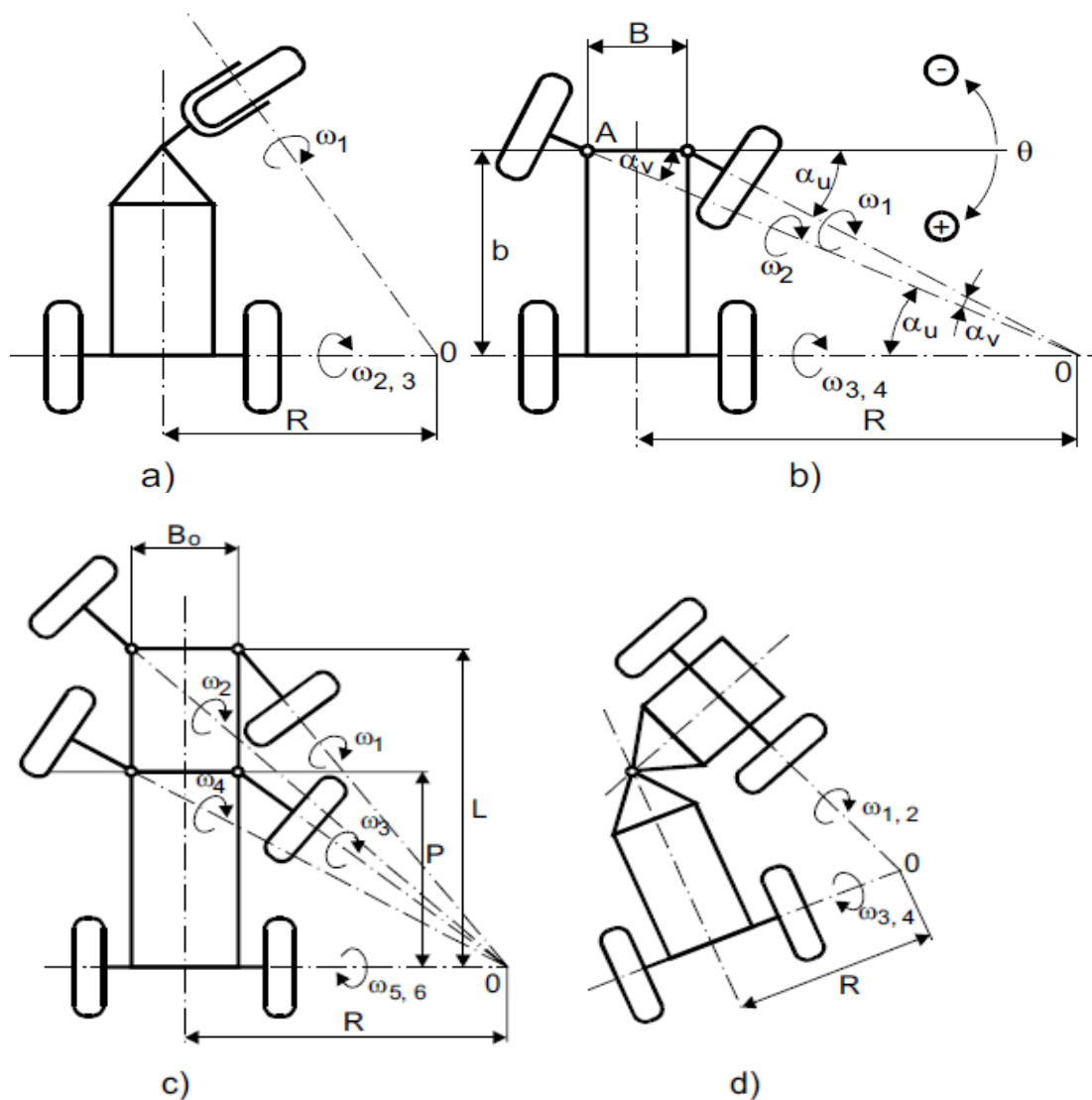
б) Према положају возачког места:

- управљање са леве стране возила
- управљање са десне стране возила

в) Класификација према карактеру функционисања:

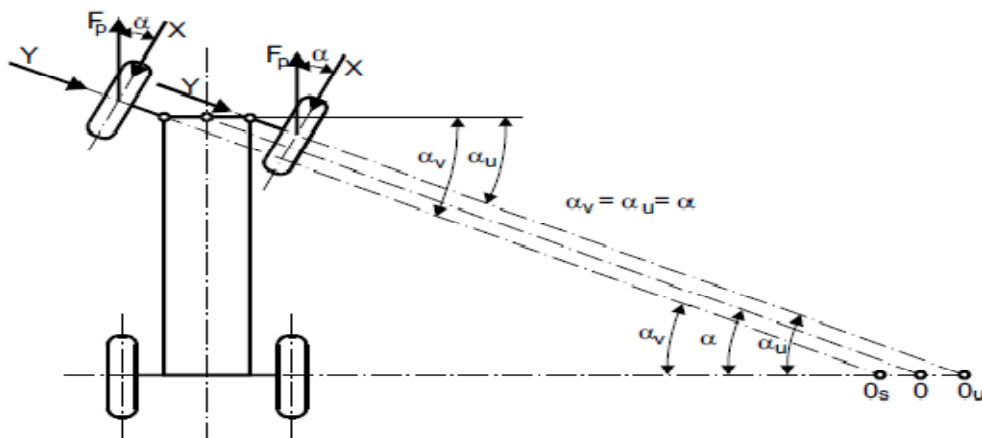
- механички механизми
- серво-механички механизам.

Ако се пође од тога да се управљање моторног возила врши са крутим точковима, онда се може рећи да ће бити задовољен основни кинематски критеријум, да се осе обртања точкова секу у једној тачки како је то приказано на слици 1.2.



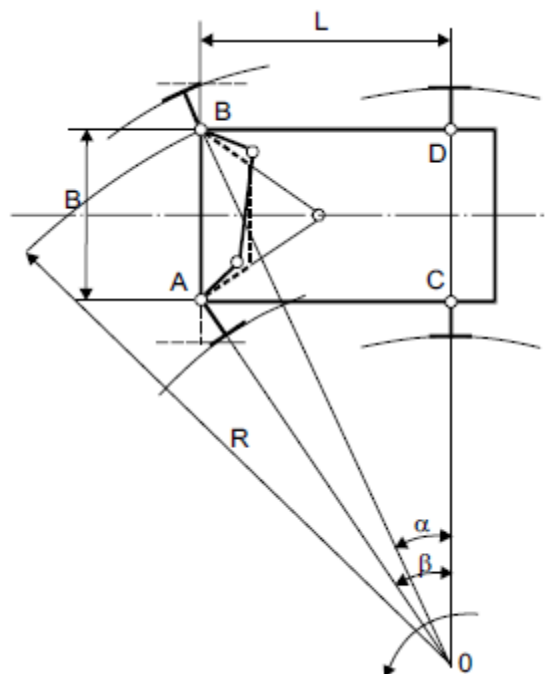
Слика 1.2. Управљање возилом са крутим точковима [1]

При овом услову неће доћи до проклизавања ниједног точка. Наравно, механизам управљања који обезбеђује ове услове је доста сложенији. За простије механизме управљања не остварује се основни кинематски критеријум обртања око једног пола одн. осе обртања точкова се не секу у једној тачки што се види на слици 1.3.



Слика 1.3. Кинематика заокретања са једнаким угловима заокретања [1]

Овде су присутна два центра окретања (O_s и O_u). Са овим решењем морало би да се појави и проклизавање једног од точкова, чиме се нарушава и задато вођење возила у кривини тј. нарушава му се стабилност уз повећано трошење пнеуматика. Код друмских превозних средстава најчешће се употребљава принцип управљања заокретањем точкова само једног, обично предњег моста (слика 1.4). Заокретање точкова свих мостова примењује се ретко, обично на специјалним возилима (грејдери, приколице великих дужина, зглобни аутобуси...). Ове конструкције знатно смањују простор потребан за окретање возила.



Слика 1.4. Кинематска шема окретања возила са једним управљачким мостом [1]

Заокретањем управљачких точкова за неки угао, као што се види са слике, возило почиње да се креће око неког тренутног пола О. Пол је пресецање продужетка оса свих точкова. Из слике се јасно види да је при томе потребно заокренути управљачке точкове за различит угао (точак близи полу за нешто већи угао β , а точак даље од пола за нешто мањи угао α .) Углови се дефинишу као

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{OD}{L}; \quad \operatorname{ctg} \beta = \frac{OC}{L}$$

одакле је,

$$\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta = \frac{\overline{OD} - \overline{OC}}{L} = \frac{B}{L}$$

Ове две једначине представљају услов управљивости код међусобног размака окренутих тачака точкова управљачког моста В. Ако је

условиз горње једначине испуњен за било који положај управљачких точкова онда ће се они кретати кроз кривину без клизања. Испунити захтев за добру управљивост возила могуће је правилним избором дужина и углова полуга механизма за управљање тј. трапезом управљачких полуга.

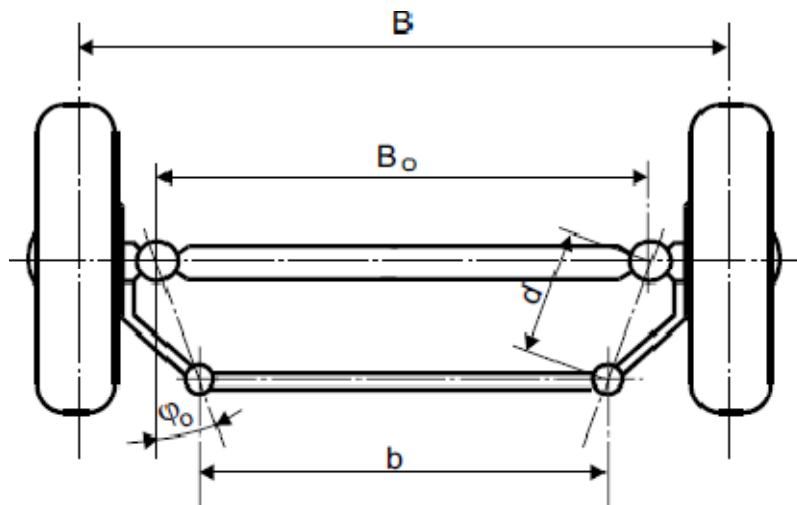
Ако се окретна тачка вањског управљачког точка налази на растојању R од пола O може се поставит однос:

$$L = R \sin \alpha$$

односно,

$$R = \frac{L}{\sin \alpha}$$

Из кога следи да радијус окретања може бити смањен смањивањем размака између мостова (L) и повећањем углова за који се закрећу управљајући точкови (α). Механизам управљања савремених моторних возила базира се на принципу трапезног распореда преносних полуга. Формирање система за управљање иде паралелно са системом еластичног ослањања моторног возила. Изглед трапеза управљања се види на слици 1.5.

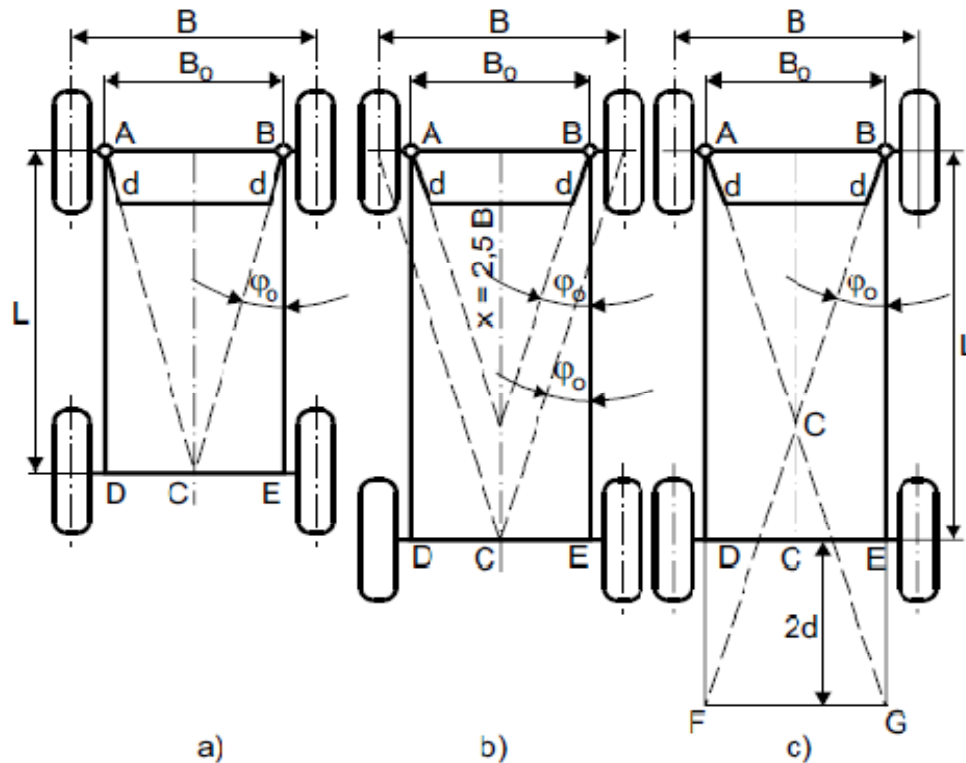


Слика 1.5. Трапез управљања [1]

Код механизма са зависним системом еластичног ослањања предња крута осовина представља једну од компонената трапеза са страницом B_0 . У односу на осовину управљања, трапез може бити формиран испред или иза осовине у зависности од концепције возила и расположивог простора. Имајући у виду предности и недостатке једне и друге комбинације препоручује се композиција трапеза иза осовине како је то приказано на слици 1.5. На овај начин смањена је дужина управљачке споне “b” и на тај начин повећана њена крутост против извијања. Постављањем трапеза управљања иза управљачке осовине остварена је његова заштита против механичких оштећења у току експлоатације. Уколико је у комбинцији система са независним ослањањем управљачких точкова, онда се мора рачунати са замишљеном осом трапеза (B_0) која спаја тачке А и В осовинице рукаваца око којих се окрећу точкови. Главни задатак је дефинисати угао положаја бочне полуге трапеза (ϕ_0). За моторно возило чији однос осовинског растојања и трапа управљачких точкова прелази вредности $L/B_0 = 2 \div 2.5$, за дефинисање угла ϕ_0 користи се графички метод који је дат на слици 1.6. Статички подаци за дужине бочне полуге (d) везани су за дужину возила L или предње осовине B_0 и износе:

$$d = (0,3 \div 0,2)B_0$$

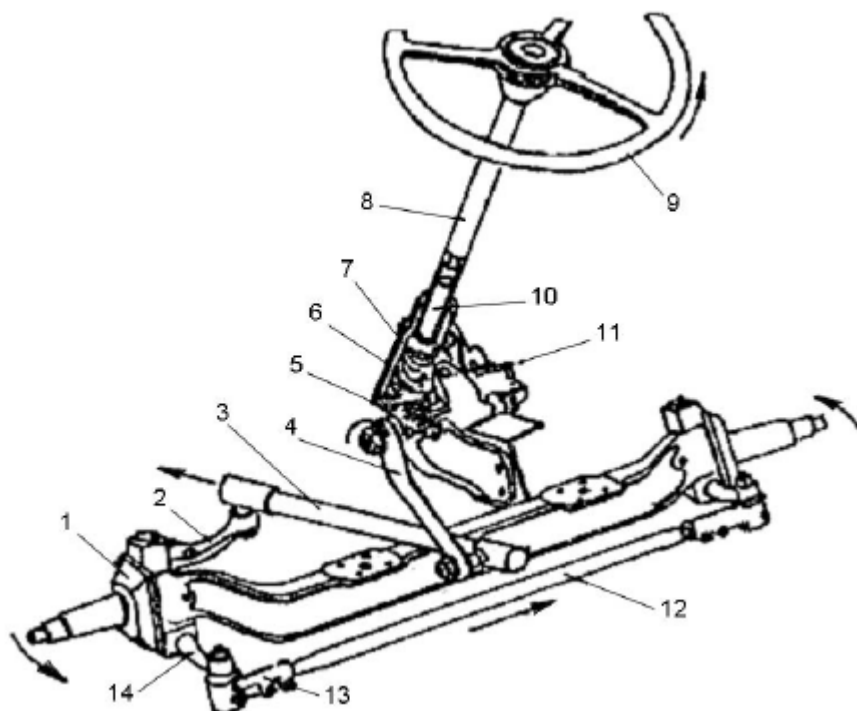
$$d = (0,08 \div 0,16)L$$



Слика 1.6. Графичке методе за одређивање угла трапеца [1]

2. Управљачки систем

Приказан је систем за управљање са основним елементима. Окретање точка управљача (9) се преноси преко осовине управљача (10) на управљачки механизам који се у овом случају састоји од пужа (7) и пужног точка (11). За пужни точак чврсто је везана полуга (4) која се назива висећа спона (лактасти потискивач). Висећа спона зглобно је везана за уздужну спону (3) која преко зглоба преноси кретање на горњу полуку окретног рукавца (2) па леви рукавац почиње да се окреће око своје осовине. Леви рукавац је доњом полугом (14) и попречном (везајућом) споном (12) везан за десни рукавац па се тако врши и његово окретање око осовине и на тај начин се врши синхронно заокретање управљачких точкова. [1]



1-округли рукавац, 2-горња полуга окретног рукавца, 3-уздужна споана (гурајућа), 4-лактасти потискивач (висећа спона), 5-осовина лактастог потискивача, 6-кућиште управљачког механизма, 7-пуж, 8-цев, 9-точак управљача, 10-осовина управљача, 11-пужни точак, 12-везајућа спона, 13-наглавак, 14-доња полуга окретног рукавца

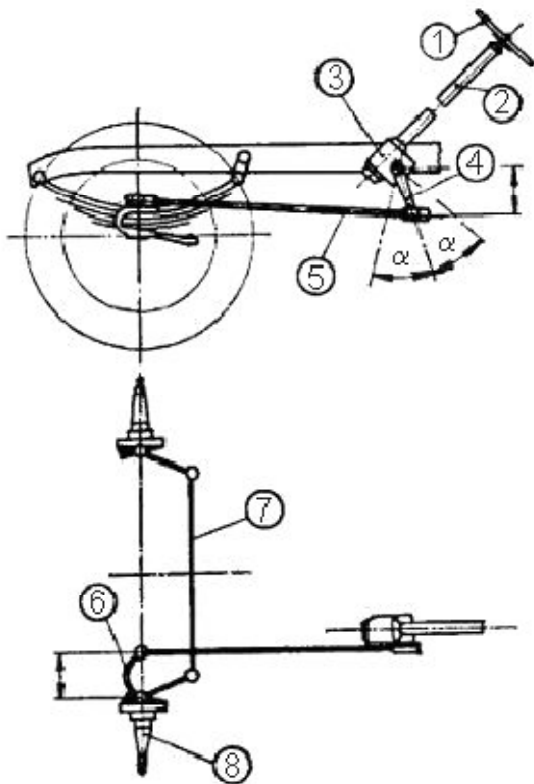
Слика 2.1.. Систем за управљање [1]

2.1. Принцип рада система управљања

Као што је већ речено битна ставка читавог система јесте управљање возилом, наравно, путем окретања точка управљача. У кабини имате точак управљача који okreћете на једну или другу страну. Точак управљача је повезан са системом зупчаника који ротационе покрете претварају у линијске, који даље покрет преносе ка точковима, који се okreћу у задатом правцу. Главни систем који је задужен за спровођење ове операције је летва точка управљача која у себи садржи поменути сет зупчаника. Точак управљача је летвом

повезан са омањим зупчаником који заправо чини други крај исте. Тај зупчаник с краја помера хоризонтално постављену зупчасту шипку, односно летву, која на себи има зупце који одговарају зупцима са поменутог зупчаника. Дакле, у систему практично имамо две летве – усправну (ка точку управљача) и хоризонталну (ка точковима). Када се точак управљача помера удесно, заротира се кружни зупчаник, који радом својих зубаца помера хоризонталну летву. Она је даље у спрези са предњим точковима, који се помоћу спона померају у задатом правцу. Дакле, ово нема никаквог утицаја на слободно ротирање точкова. Они су “закачени” за аутомобил помоћу осовина и слободно ротирају око истих помоћу лежајева. Споне, које су битне за процес померања точкова лево-десно, су у вези са целим тим склопом који “носи” точак, па је тако његово ротирање потпуно ефикасно у односу на окретање точка управљача и померање система летве.

Због бољег увида у функционисање система за управљање, на слици 2.2. дат је систем управљања у две пројекције и обележени су елементи система управљања.



1-волан(точак управљача)

2-стуб управљача

3-кућиште управљача

4-полуга управљача

5-уздужна спона

6-полуга рукавца

7-трапез управљања који чине три зглобно везане споне

8-рукавац точка

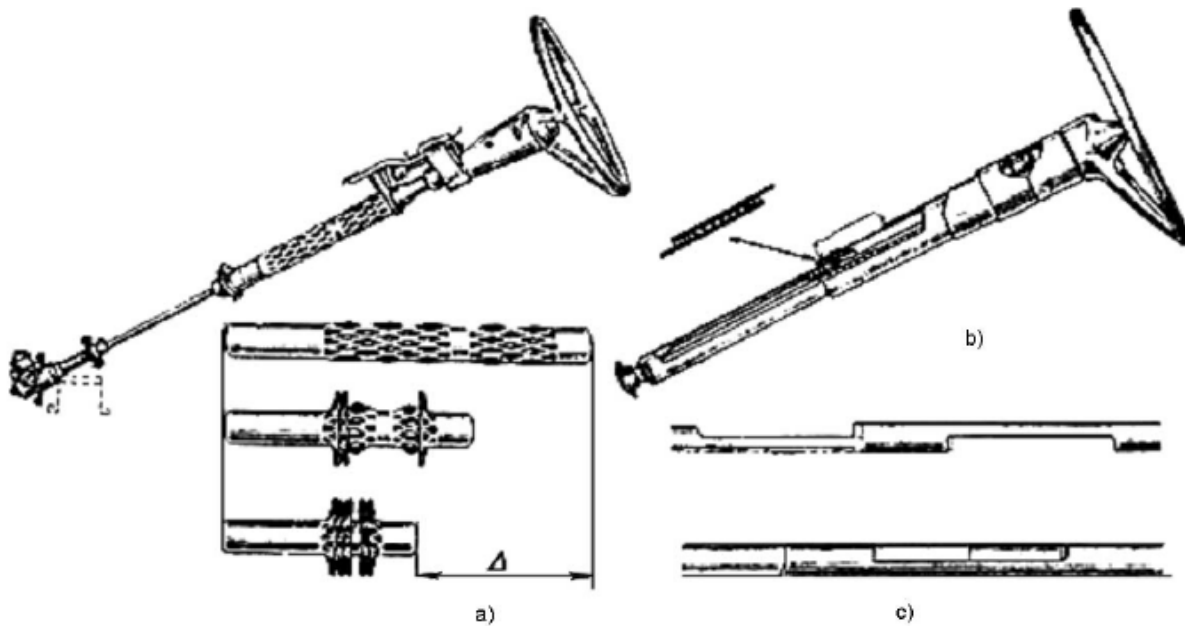
Слика 2.2. Принцип рада система управљања [3]

У наставку ће се дати основне конструктивне карактеристике појединих склопова система управљања.

2.2. Управљачки точак

У склопу управљача су управљачки точак (волан) са вратилом управљача и управљачки механизам. Овде ће се посебно истаћи управљачки точак са вратилом управљача. Димензије управљачког точка се бирају тако да возач са уобичајеном силом (F_v), без великог замарања, може да управља возилом. Максимална сила коју возач преноси на управљачки точак не би смела да буде већа од 200 N. На

основу тога се дефинише полупречник точка. Наравно, ако постоје појачивачи код преноса силе од возача до точкова возила, онда је овај избор далеко једноставнији и основну улогу за димензије точка управљања има функционалност и естетски изглед. У новије време на точку управљача се монтирају и неки други елементи (“air bag“, команде за радио...), што директно утиче на димензије управљачког точка. Управљачки точак налази се на вратилу које се израђује од цеви, а вратило је обложено кућиштем. Код неких воила се на кућишту волана налази ручица мењача. Ту су и остале уобичајене команде (светла, брисачи...).Код неких возила израђује се тзв. сигурносна конструкција вратила (слика 2.3.). На слици 2.3..а један део вратила је израђен од перфориране цеви. Та перфорација се због налета возача на волан при судару сабија и тако штити возача од већих повреда грудног коша. Конструкција вратила на слици 2.3.b има цев која је уздужним жљебовима спојена с другом цеви и при аксијалном отерећењу у њу улази. Трећа конструкција (слика 2.3.c) је најједноставнија, преноси само торзију, а при деловању аксијалне силе телескопски се склопи.



Слика 2.3. Приказ сигурносног вратила управљача [1]

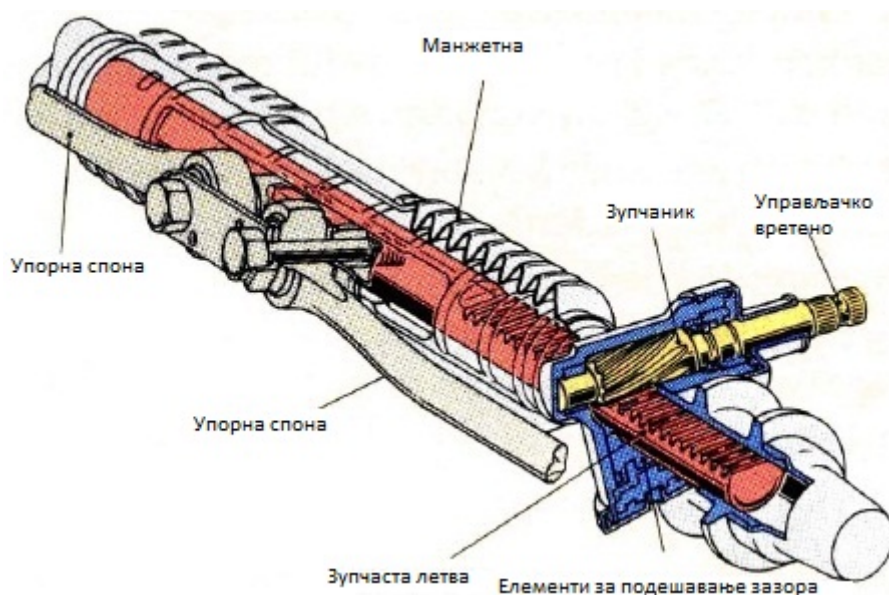
2.3. Управљачки механизам

Управљачки механизам служи као редуктор који омогућава повећање обртног момента којим возач делује на точак управљача да би извршио заокретање точкова којима се управља. Преносни однос управљачког механизма код путничких возила се креће у границама од 12 до 20, а код теретних возила и аутобуса од 16 до 32.[3] Овај преносни однос се увећава за преносни однос спона који зависи од конструкције управљачког моста. Врсте управљачких механизма су:

- Зупчасти управљачки механизми
- Управљачки механизми са завојницом и навртком
- Управљачки механизми са куглицом
- Пужни управљачки механизми

2.3.1. Зупчасти управљачки механизми

Управљачки зупчасти механизми примењују се релативно ретко. Ова чињеница тумачи се у првом реду тешкоћом остварења жељеног преносног односа при прихватљивим габаритним димензијама механизма, као и због преноса удара услед неравнина на коловозу. Данас се углавном од управљачких зупчастих механизма највише користе механизми са зупчастом летвом (слика 2.4.)

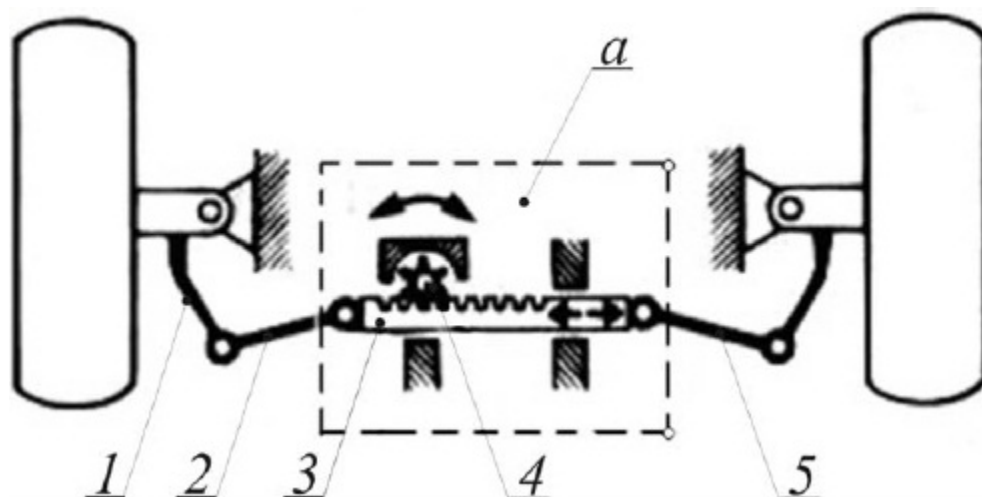


Слика 2.4. Зупчасти управљачки механизам [4]

Управљачки преносник са зупчастом летвом састоји се од зупчасте летве постављене попречно на уздужну осу возила и зупчаника који је постављен на вретено. Окретањем вретена а тиме и зупчаника транслаторно се помера зупчаста летва у својим вођицама и своје кретање директно преноси на споне трапеца управљачког система (слика 2.5.). Зупчаник и зупчаста летва су најчешће са косим озубљењем како би се постигла већа дужина захвата.

Управљачки механизми са зупчастом летвом врло добро се уклапају са попречном споном а његова примена код возила са

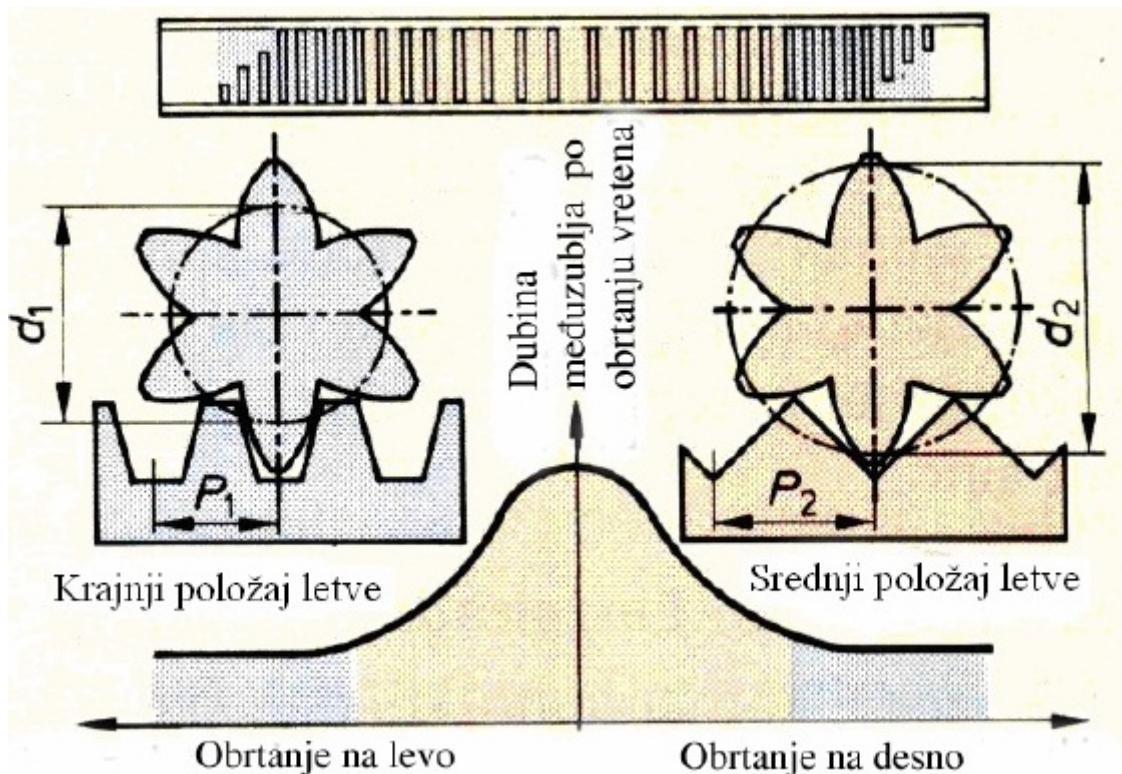
независним ослањањем омогућава постојање свега четири зглоба у управљачком трапезу, а у случају уградње других типова управљачког механизма било би потребно најмање шест зглобова.



Слика 2.5. Управљачки преносник са зупчастом летвом [4]

- | | | |
|-------------------------|----------------|------------------|
| 1. Полуга рукавца точка | 2. Десна спона | 3. Зупчата летва |
| 1. Зупчаник | 5. Лева спона | |

Код механичког преноса без серво појачања силе управљања може да се преносни однос зупчасте летве изведе варијабилно, са такозваним директним и индиректним преносом. Предност оваквог извођења је у томе што се код вожње на правцу или са малим углом заокретања, када је зупчата летва у средњем положају, преносни однос је директан, односно са већом међузубном поделом зупчаника (већи модул) на зупчастој летви. У области крајњег положаја зупчасте летве, односно при великим угловима заокретања, преносни однос је индиректан, односно са мањом међузубном поделом (мањи модул) зупчаника на зупчастој летви (слика 2.6.)



Слика 2.6. Зупчаник зупчасте летве са варијабилним преносом[4]

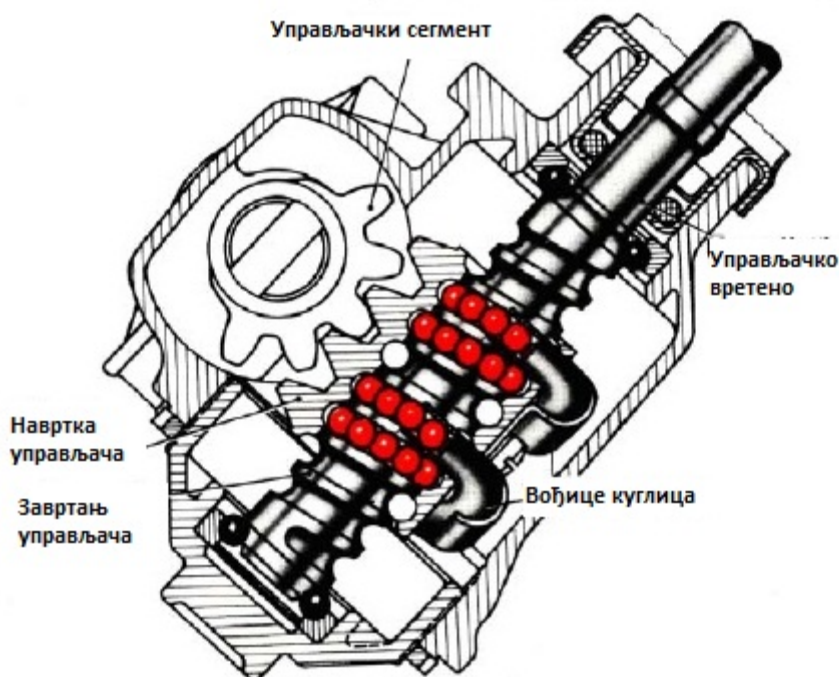
2.3.2. Управљачки механизми са завојницом и навртком

Завојни преносник управљачког механизма има изглед као на слици 2.7. Окретањем осовине управљача (1) која је на доњем делу израђена у облику завојнице на осовини долази до покретања навртке (2) уздуж завојнице на осовини управљача. Навртка је зглобно везана преко једне клацкалице (5) за осовиницу (3) лактастог потискивача (висеће споне) (4). При кретању навртке уздуж завојнице долази до окретања осовинице, пошто је доњи део клацкалице (5) чврсто везан за осовиницу.[4] На тај начин долази до померања лактастог потискивача у његовој уздужној равни. Многе конструкције управљачких механизма базирају се на коришћењу завојница и завртка. Најчешће комбинације су:

- a. Завојница-навртка-осцилујућа полуга код које се остварује променљиви преносни однос, са ниским степеном корисности услед трења клизања између навртња и навојнице.
- b. Осцилујућа завојница-навртка код које се остварује променљиви преносни однос, који се смањује при померању навртке у крајње положаје. У односу на друге показатеље овај управљачки механизам се мало разликује од претходног једино што су димензије управљачког вратила нешто веће, пошто се вратило осцилује. У том циљу на горњем делу вратила се налази лежај који омогућава клаћење вратила. Код ове конструкције не постоји могућност регулисања зазора.
- c. Завојница-покретна навртка код које се остварује променљиви преносни однос. Ова комбинација управљачког механизма са завојницом и навртком има малу тежину и повољне мале габаритне димензије што омогућава примену код лаких путничких возила. Зазор између навртке и завојнице не може да се регулише, па у случају интезивнијих истрошења ти елементи треба да се замене. Степен корисног дејства је низак, што није битно у случају када се овај механизам уграђује на малолитражно возило, где су потребне силе за остварење заокретања управљачких трошкова релативно мале. Конструкција управљачког механизма на принципу спреге завојнице и навртке доста се есто користи, у првом реду због једноставне конструкције. У циљу смањења трења навртка се понекад преко куглице ослања на завојницу.

2.3.3. Управљачки механизми са куглицом

Преносник управљача са куглицама (слика 2.8.) је преносник са завојним вретеном посебне изведбе. Осовина управљача је са кугластом спољном завојницом, док је у навртки управљача смештена унутрашња кугласта завојница. Обе завојнице чине уствари лежиште куглица, које се смештају по завојници.



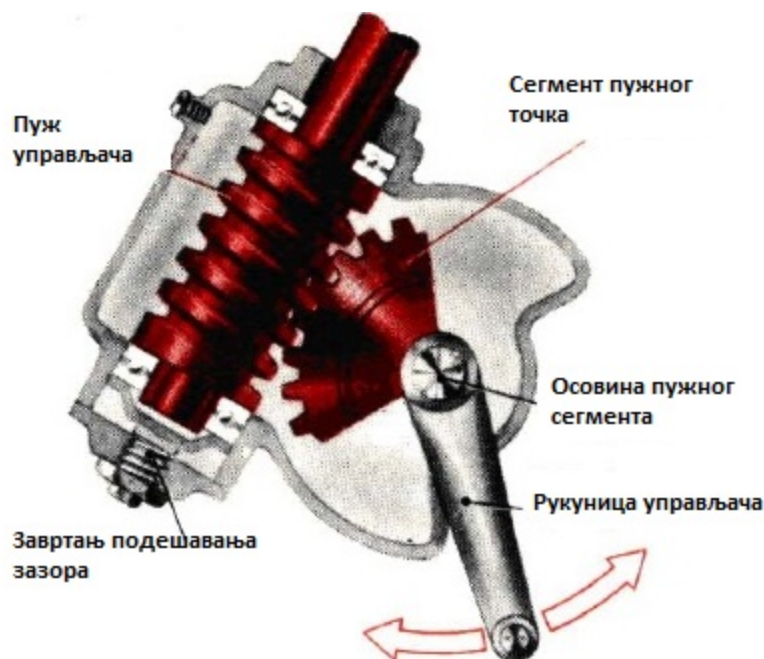
Слика 2.8. Управљачки преносник са куглицама [4]

Окретањем осовине управљача, иста покреће куглице да се померају по завојници, које своје померање преносе на навртку аксијалном правцу осовине управљача. Навртка управљача заокреће управљачки сегмент који је спојен са рукуницом управљача. Дакле, цевасте вођице на завојном вретену и навртки обезбеђују кружно вођење куглица. Оваквом конструкцијом вретено управљача не покреће навртку клизним трењем већ котрљајућим, чиме се смањује потребна сила за закретање управљачких точкова. Оваква конструкција је углавном

примењена на теретним возилимаа посебно на возилима која су намењена кретању по тешким теренима.

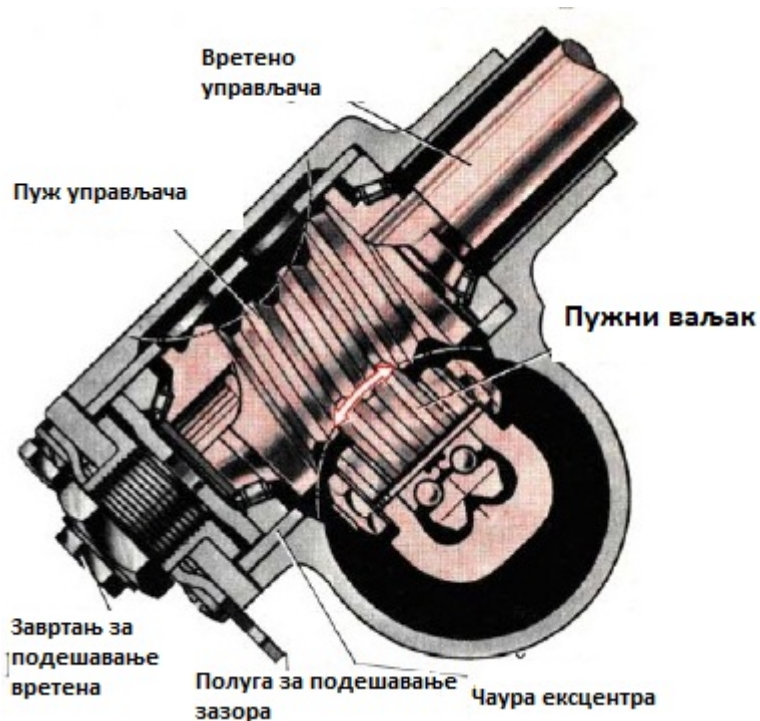
2.3.4. Пужни управљачки механизми

Пужни преносник се састоји од пужа који је чврсто везан за вратило управљача и пужног точка или пужног сегмента. Пужни пар је смештен у кућиште управљача у коме се налази уље за подмазивање пужног пара. Пужни преносник је једноставан по конструкцији, а главни недостатак је велики отпор трења клизања при окретању. На управљачком преноснику са пужним елементима, окретање пужа се редукује и успорава закретање сегмента пужног точка, за кога је чврсто повезана рукуница управљача која транслаторно кретање свога слободног краја преноси на елементе трапеза управљачког система.



Слика 2.9. Управљачки преносник са пужним елементима [4]

Пужни преносник са ваљком сличан је претходној конструкцији само уместо сегмента пужног точка овај има ваљак за управљање. Пуж такође није цилиндричан, већ му се врхови зубаца налазе на једној полукружној линији, како је приказано на слици 2.10. Окретањем пужа ваљак управљача се покреће по кружној путањи а тиме други крај рукунице, која је чврсто повезана са носачем ваљка транслаторно креће.

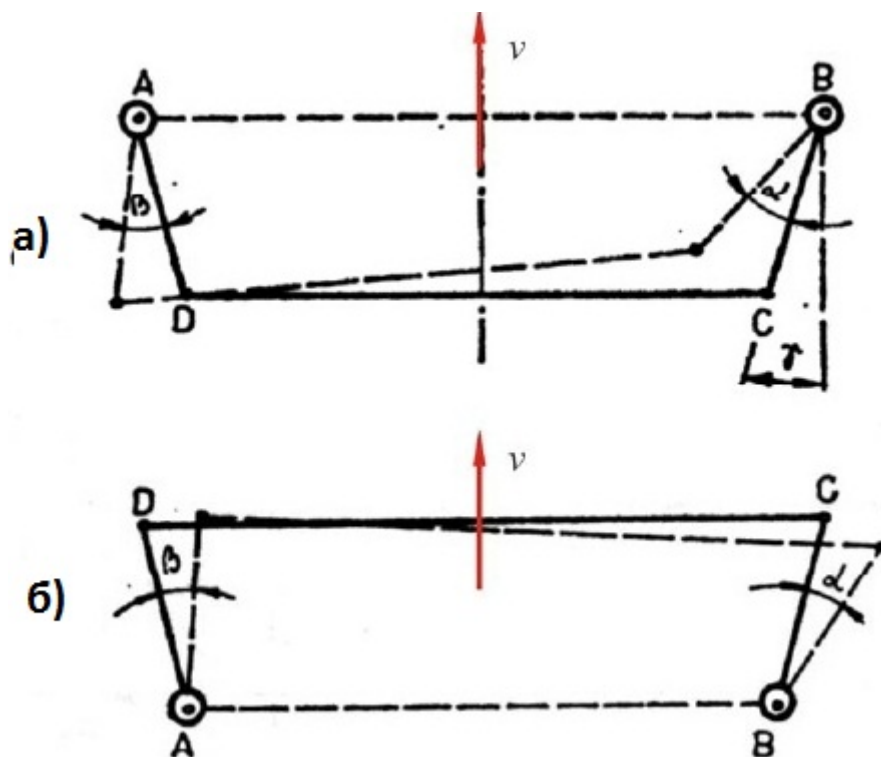


Слика 2.10. Управљачки преносник са пужним ваљком [4]

3. ПРЕНОСНИ МЕХАНИЗАМ

Веза између управљачког механизма са точковима којима се управља остварује се преко преносног механизма који преузима један важан задатак да обезбеђује правилну кинематику заокрета точкова. Слободно може да се закључи да преносни механизам треба да

обезбеди остварење жељене кинематике управљања уз што мање грешака. Поред тога преносни механизам мора бити потпуно усклађен са системом ослањања управљаних точкова и то тако да се њихова релативна померања у односу на оквир возила не одражавају на сигурност самог управљања. Претходно постављени задаци се остварују извођењем преносних механизма у облику трапеца. Преносни механизам мора бити усклађен са системом ослањања тако да његова померања у односу на рам не утичу на сигурност управљања. Добра управљивост се може осигурати трапезом управљања. Код зависног ослањања точкова са којима се управља, трапез управљања стварају споне и попречна греда тј. кућиште моста а код независног ослањања точкова са којима се управља трапез управљања чине споне и замишљена линија која повезује осе рукаваца левог и десног точка. Трапез управљања мође бити смештен испред осе управљачког моста и иза осе управљачког моста (слика 3.1.).



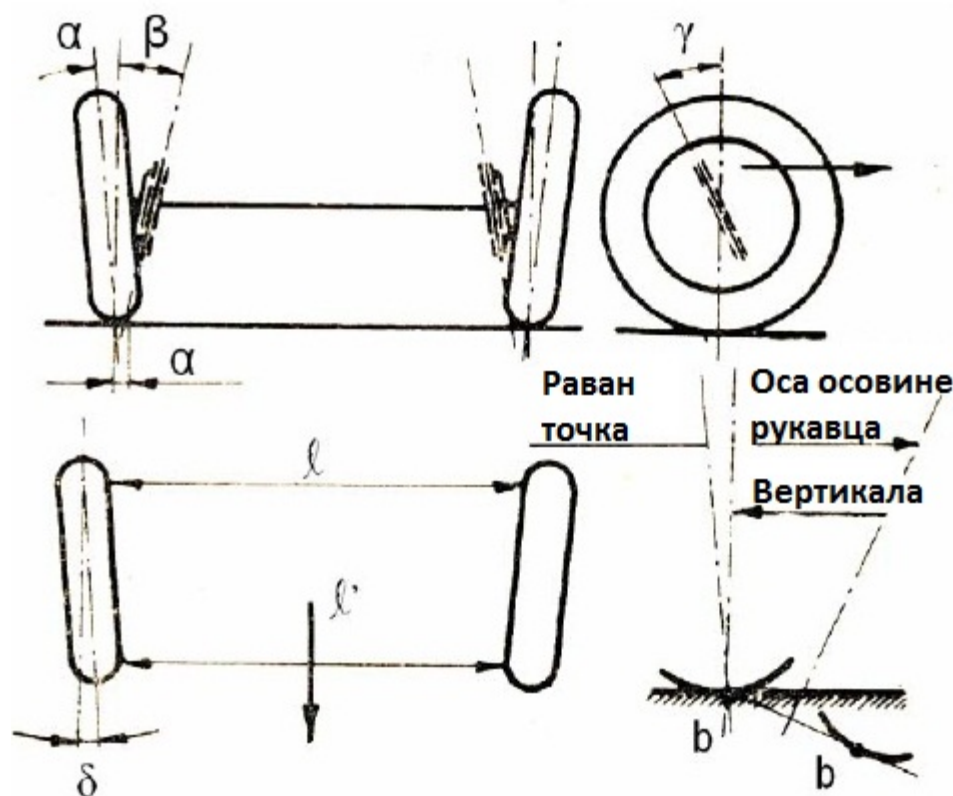
Слика 3.1. Спона испред осовине (а) и спона иза осовине (б) [1]

Из слике се јасно види да смештај трапеза испред осовине захтева дужу попречну (везујућу) спону која је уз то изложена евентуалним ударима. Зглобне везе између спона се остварују зглобовима који су по конструкцији различити у односу на то да и се ради о вези код уздужних или попречних спона. Данас се зглобови обично израђују са саморегулацијом зазора и могућности помицања у свим правцима. Преносни механизам путничких моторних возила су сложеније конструкције па се приликом композиције предње осовине наилази на проблеме постављања преносног положаја. С обзиром на мање силе у механизму раде се искривљене полуге. На овај начин полука је нашла своје место и функцију, а у исто време ублажен је утицај динамичког удара услед поремећаја споља. Тешка теретна возила са четири осовине од којих су две предње управљајуће, центар заокретања се налази у пресеку замишљених продужетака рукаваца предњих управљајућих точкова и средине растојања између задњих осовина. Код возила са више задњих осовина, како би се спречило клизање точкова и беспотребно хабање пнеуматика задњих осовина при вожњи у кривини или заокретању возила због " измешаности " центра заокретања, задњи точкови се постављају на што је могуће мањем осовинском одстојању. Код појединих врста возила, на пример троосовинског аутобуса, последња осовина се поставља као " пратећа " тј. слободна за заокретање око своје вертикалне осе. Овакви точкови се заокрећу слободно, сходно условима пута и полупречнику заокретања возила. У случајевима када је такво кретање непотребно или опасно на пример при вожњи уназад, заокретање око вертикалне осе точкова може да се блокира посебним уређајем.

3.1. Елементи стабилности управљачких точкова и њихова геометрија

Поред основне функције –заокретање возила, управљачки точкови морају да поседују способност да се при кретању возила одржавају у неутралном положају, односно да заокренути точкови (намерно или

случајно) имају тежњу враћања у неутрални положај. Оваква способност назива се стабилношћу управљачких точкова.



Слика 3.2. Углови стабилизације предњих управљачких точкова [1]

Наиме, да не постоји оваква способност точкова да одржава неутралан положај, због постојања зазора у систему, точкови би тежили да заузму неки произвољан правац, сходно условима пута. Овакав начин би захтевао од возача сталну корекцију путање кретања, што ни у ком случају не би доприносило комфору вожње и стварало би велику психичку напетост возача. Исто тако, по изласку из кривине, возач не би могао одмах да врати точкове у неутралан положај због недостатка оријентације у том тренутку. Систем стабилизације точкова управо омогућава такође да се точкови, по аутоматизму, врате у неутралан положај.

Да би управљачки точкови имали ову функцију стабилизације, точкови и осовиница рукавца се постављају, по посебно дефинисаним угловима око осовине око које се закрећу. Заправо, стабилизација

точкова се обезбеђује постављањем осовинице рукаваца под извесним угловима у односу на вертикалну осу. Ови углови (слика 3.2.) су у попречној равни (угао " β ") и подужној равни (угао " γ ").

Основне геометријске величине управљачких точкова су конструктивног карактера и односе се на следеће:

- нагиб точкова
- бочни нагиб осовинице рукавца
- затур точкова (уздужни нагиб осовинице точка)
- увлачење точкова

Попречни нагиб осовинице " β " се још назива и угао подупирања точка и има двоструку функцију:

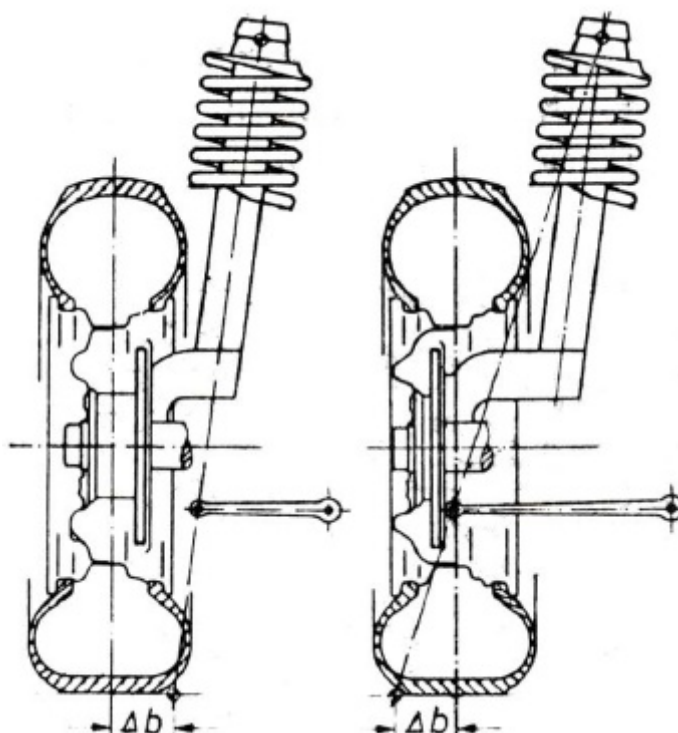
1) Да би се обезбедило да продор осовинице кроз подлогу не пада сувише далеко од "центра отиска" точка (као када би осовиница била постављена вертикално), већ нешто ван њега, обезбеђујући на тај начин извесно одстојање тзв. "полупречник скретања точка", који је неопходан како би елементи управљачког система (зглобови и споне) стално били под напоном у стању истезања спона, анулирајући на тај начин утицај зазора који мора да постоји у систему. Исто тако ово одстојање не сме да буде ни превише велико, како неби изазвали беспотребно хабање пнеуматика због клизања при заокретању.

За време котрљања управљачки точкови су оптерећени силама отпора котрљању које дејствују на растојању "а" (слика 18), стварају моменте на точковима (производ силе отпора котрљања и полупречника котрљања), који теже да обрну точкове око осовиница рукавца. Њихов утицај се на управљачу не осећа, с обзиром да су моменти на левом и десном точку једнаки, али супротних смерова. Како моменти неби били превише велики, растојање треба да буде минимално, услед чега се неведени угао " β " конструктивно обезбеђује. Његова величина код употребе дијагоналних пнеуматика не прелази вредност од 5° .

2) Друга функција угла попречног нагиба осовинице " β " је одржавање неутралног положаја точка. Приликом заокретања точка из неутралног положаја око осовинице која је под поречним нагибом, подиже се точак возила који се налази на унутрашњој страни кривине, док се точак на спољној страни кривине мало спушта (као да точак понире у

подлогу), што је узроковано померањем тачке контакта тачка са путем у равни "b-b", управно на осу осовинице рукавца (слика 3.2.). Овакво неравномерно подизање возила је изазвано крутошћу подлоге, која да је мека омогућила би да точак на спољној страни кривине "удуби" подлогу. На тај начин и тежиште возила се издиже, стварајући лабилан положај, услед чега има сталну тенденцију враћања у "нижи" стабилан положај.

Зависно од тога да ли осовиница има продор унутар точкова или у спољну средину разликује се "позитиван" и "негативан" траг заокретања (слика 3.3.).



Слика 3.3. Положај осовинице тачка позитивног и негативног трага заокретања [1]

Негативан траг заокретања (продор осовинице у спољашњу средину) има више предности (пружа компактнију средину система, предности приликом кочења са неједнаким силама кочења предњих точкова), али га је теже остварити с обзиром да захтева велики нагиб осовинице и већу дубину наплатка тачка.

Испитивања су показала да приликом кочења, у случају да постоји разлика у силама кочења предњих точкова (што у принципу није дозвољено) негативан полупречник скретања осовинице омогућава боље задржавање правца кретања и управљивост.



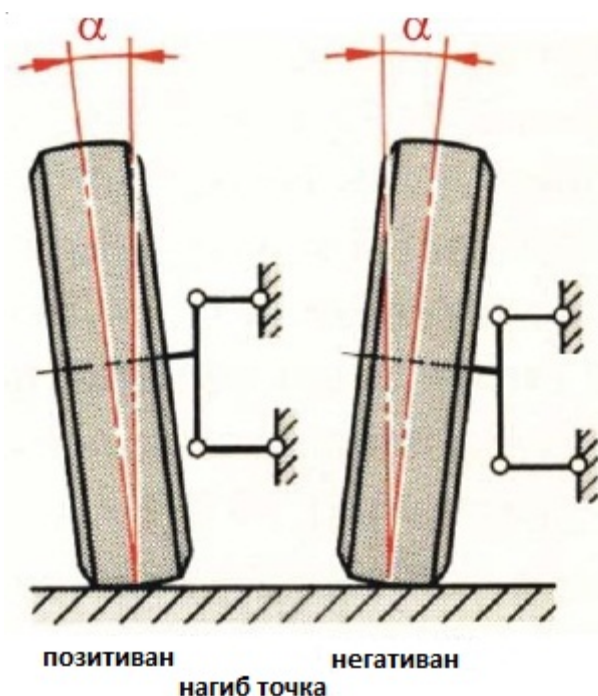
Слика 3.4. Предност негативног положаја осовинице точка приликом кочења [4]

Како се из слике 3.4. види, приликом постојања разлике у сили кочења левог и десног точка, код позитивног положаја осовинице (позитиван полупречник скретања) сила инерције и разлика у сили кочења (ΔF) стварају момент, који још више заноси возило у страну на којој је већа сила кочења. Насупрот овоме, код негативног полупречника скретања, моменти силе инерције и разлике силе кочења се смањују или поништавају због супротносмерности, па возило задржава пређашњи правац кретања.

Како се већ из слике 3.2. и слике 3.5. види ни управљачки точкови у односу на вертикалну осу нису постављени вертикално, већ су под неким углом α . Овај угао се назива "**бочни нагиб точка**" или "**закошење точка**". Основни задатак бочног нагиба точка, поред утицаја на смањење полупречника скретања, је анулирање утицаја бочних зазора у лежајевима точка, који већ из конструктивних разлога мора да постоје. У пракси се користе тзв.позитивно и негативно закошење.

Позитивним закошењем се назива када је точак под нагибом према споља и најчешће управљачки точкови возила имају позитивно закошење, које износи најчешће $+0^{\circ}20'$ до $+1^{\circ}30'$. Одступање од препоручених вредности $\pm 30'$ сматра је границом толеранције. Позитивно закошење даје у пракси добро вођење точкова и мали полупречник заокретања. Уколико је веће закошење то су мање бочне силе код вожњи у кривини.

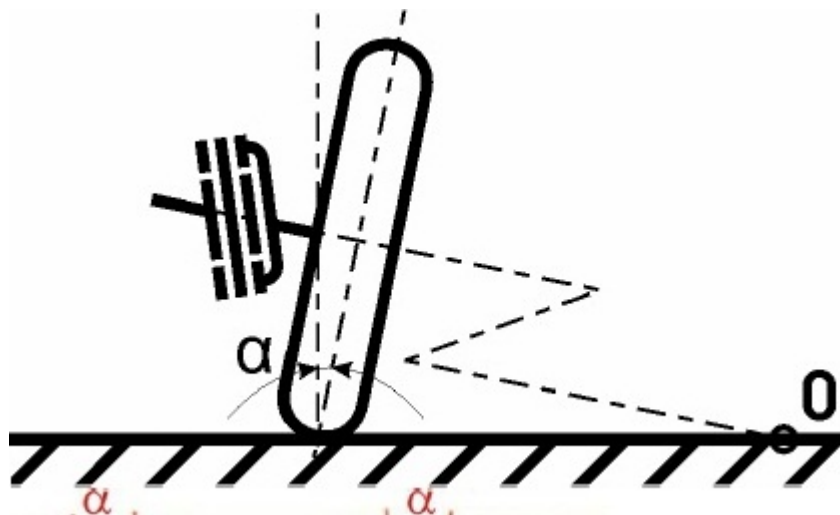
Негативно закошење је најчешће присутно код задњих точкова, као и код управљачких точкова возила за велике брзине. Границе закошења су $-0^{\circ}30'$ до -2° . Предност негативног закошења је у томе што побољшава пролаз у кривинама. У конструкцијама вешања точка, где је конструктивно предвиђено подешавање овог угла, обично се бирају мање вредности.



Слика 3.5. Бочни нагиб точка [4]

Са друге стране постојање углова бочног нагиба точкова " α ", изазива да точкови имају тежњу кретања по луковима који се разилазе од возила (слика 22). Да би се одстранио овај недостатак, практикује се "увлачење" предњих крајева управљачких точкова тзв. "**усмереност**

точкова", тако да они нису постављени паралелно са подужном осом возила већ под такозваним углом конвергенције " δ " према њој. Другим речима, међусобно одстојање точкова испред рукавца (гледано у правцу вожње) је мање за 1 до 10 mm од одстојања иза рукавца. Величина увлачења точкова зависи од врсте и конструкције возила. [1]

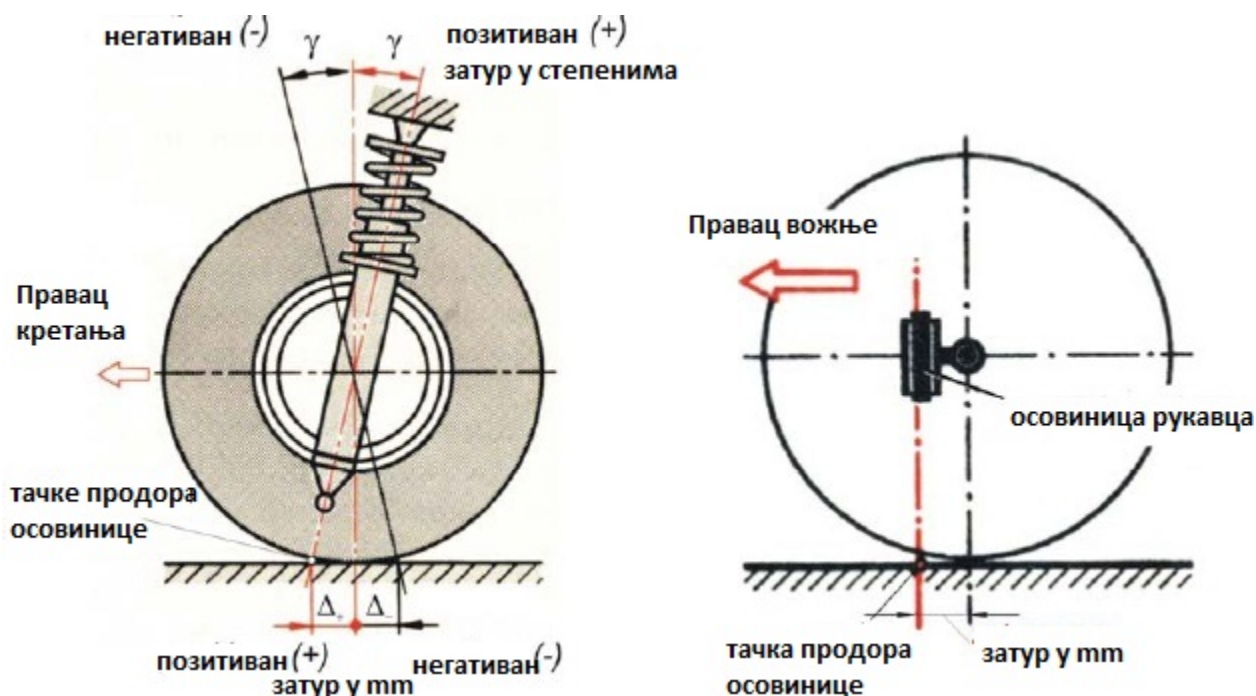


Слика 3.6. Шема котрљања точка нагнутог према равни пута [4]

Како је већ раније наведено, осовиница рукавца точка у подужној равни точка савремених возила такође не стоји вертикално, већ под неким углом " γ " који се назива **"угао затура осовинице"**. На тај начин "продужена оса осовинице" има тачку продора кроз тло нешто испред-иза точка. Овим измештањем тачке продора испред-иза точка ствара се крак, који са бочним силама, које се јављају при вожњи у кривини или при било каквом зокретању точка на праволинијској путањи, образују момент који тежи да поврати точкове у неутралан положај и уз то спречава појаву клаћења точкова око осовинице рукавца, познатијег под именом "лепршање" точкова као последица постојања зазора у осовиницама. Физикалност овог ефекта се постиже тиме што услед дејства боних сила точкови су принуђени да следе свој траг. У пракси код путничких и теретних возила се користе тзв. позитивни и негативни затур осовинице (слика 3.7.).

Позитивним затуром се назива када тачка замишљеног продора осовинице кроз подлогу пада испред вертикалне осе тачка.

За негативни затур је усвојено да тачка замишљеног продора осовинице кроз подлогу пада иза вертикалне осе тачка.



Слика 3.7. Шема затура осовинице тачка [4]

а) Затур услед закошења осовинице

б) Затур услед измешаности осовинице из центра

У принципу, обе врсте затура постиже се исти ефекат, међутим за путничка возила са мотором позади, код којих је предња осовина мање оптерећена од задње, бољи ефекат стабилизације постиже се када имају позитиван затур него возила са напред постављеним мотором. Дакле, затур тачка такође припада угловима стабилизације, с обзиром да подужно закошење осовинице изазива сличне повратне силе као и угао бочног нагиба осовинице тачка.

4.Контрола исправности уређаја за управљање

Неисправност система за управљање може се манифестовати као: повећан празан ход точка управљача, удари (шум) у управљачком механизму, осциловање предњих управљачких точкова, скретање возила са правца при праволинсијском кретању и истицање уља из картера.

Узроци неисправности система за управљање могу бити: деформација делова управљачког механизма, неправилна подешеност углова предњих точкова, недозвољен зазор у управљачком механизму, неуравнотеженост точкова, притисак у гумама не одговара прописаном, непотпуно враћање кочних плочица или папуча у кочном механизму точкова, ослабљење навртке за причвршћивање зглобова...

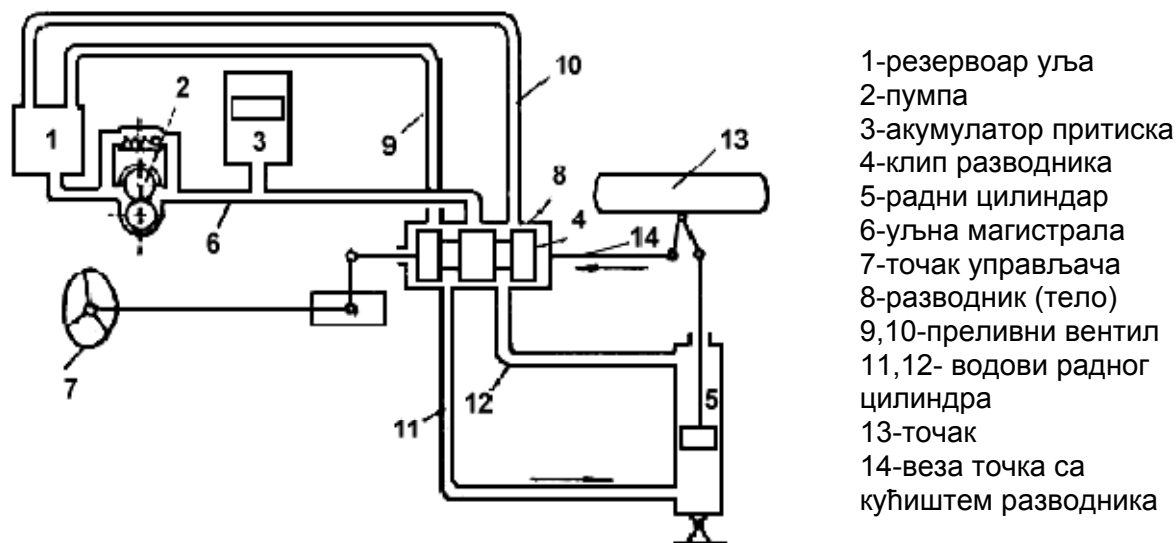
У току контроле техничке исправности уређаја за управљање треба користити уређај намењен за ове потребе (угломер). Применом угломера постиже се већа прецизност контроле слободног хода точка управљача и постиже се максимална објективност о стању исправности уређаја за управљање. Контрола положаја предњих точкова на возилу је веома значајна због тога што од референтних углова којима је он дефинисан зависи управљивост и стабилност возила, равномерност трошења пнеуматика... Овај уређај има незаменљиву улогу у безбедном управљању возилом. Због уских градских улица и честих скретања под углом од 90° врло је важан радијус заокретања, нарочито код дужих возила. Неизбалансираност точкова изазива силе које делују преко система огибљења возила. Повећава се сила на управљачу што отежава управљање, као и динамичко напрезање елемената уређаја за управљање што може довести и до лома. Смањује се комфор и брже појављује умор услед дејстава механичких осцилација на руке возача. Код саобраћајних незгода, нарочито фронталних судара, услед деловања инерције често долази до повреда грудног коша због удара у точак и осовину управљача.

5. Серво систем

Управљање возилима велике носивости захтева велики напор од возача. Нарочито је тешко управљати возилом при кретању по лошим путевима. Да би се омогућило лако управљање овим возилима у систем за управљање се укључују специјални сервомеханизми чији је основни задатак да се смањи потребна сила на точку управљача, а самим тим да се повећа маневарска способност возила. У данашње време, серво уређаји управљачких механизма се уграђују и на лака возила високе класе и аутобусе. Намена серво уређаја у овом случају је не само да олакша управљање него да омогући безбедно кретање са високим брзинама јер у случају експлозије гуме на предњим точковима далеко је лакше одржати кретање у правцу код система управљања са серво уређајем. С обзиром да сила на управљачком точку зависи од врсте и масе возила, стања пута по коме се исто креће, као и конструкције целог механизма, у савременим возилима се већ серијски уграђују управљачки преносници са серво појачивачем силе управљања, чиме је сила возача на точак управљача знатно смањена.

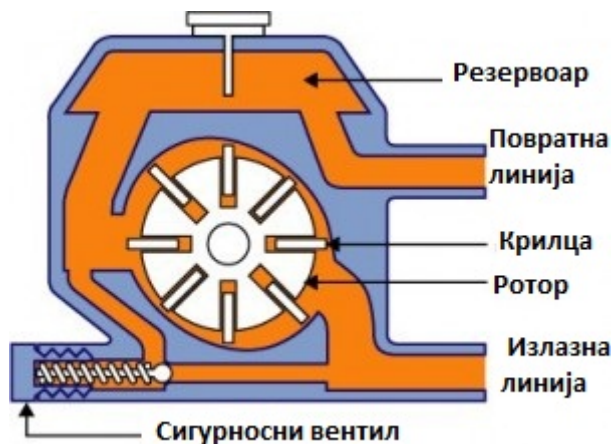
У сврху појачања силе у управљачком механизму користе се најчешће хидраулични серво појачивачи силе који се у принципу састоје од три групе међусобно повезаних: Погонски део система (хидраулична пумпа), разделник уља и извршни део система- управљачки преносник. Пумпа- извор енергије остварује одређени притисак уља у магистрали и акумулатору. Ако притисак нарасте изнад дозвољених граница преко сигурносног вентила се успоставља празан ход пумпе. Притисак у уљној магистрали достиже 60-150 bar. Приликом окретања точка управљача диференцијални клип разводника се помера и открива канал уљне магистрале а затвара преливни канал. Уље по притиском из канала кроз канал, долази до радног цилиндра који преко клипа и клипњаче помера управљачки точак. Пошто је управљачки точак преко полуге везан за кућиште разводника, то он врши померање кућишта разводника у правцу померања диференцијалног клипа, па клип разводника долази у

неутралан положај и због тога се довод уља у радни цилиндар прекида. Полуга у овом случају остварује повратну спрегу. Да би се точак заокренуо за већи угао потребно је продужити окретање точка управљача. Приликом враћања точка у неутралан положај процес се одиграва обрнуто.



Слика 4.1. Шема хидрауличног серво уређаја [1]

У наставку текста је детаљније описан рад серво система који су доста олакшали возачима да што лакше okreћу волан. Есенцију серво-система чини пумпа која је повезана са зупчастим каишем мотора. Дакле, обртаји мотора покрећу серво-пумпу, која у себи садржи резервоар уља, саму пумпу (са крилцима који се окрећу), излазне и улазне линије за уље, као и сигурносни вентил. Дизајн и концепт ове пумпе је прилично једноставан, можда зато што она и није главни део тј. "срце" система. Серво-уређај углавном зависи од рада специфичног ротирајућег вентила, односно сложеног склопа који се налази на летви која је везана за точак управљача.



Слика 4.2. Крилна-пумпа [4]

Серво је један затворен систем, који циркулацијом уља и стварањем притиска потпомаже ефикаснији рад померања летве. Дакле, када се okreће волан у једну страну, рад мотора аутомобила путем зупчастог потпомаже ротирање ротора у серво-пумпи, што даље повећава притисак у систему и покреће уље серва ка споју зупчаника летве. Можемо рећи да се "извршни" део серво-уређаја налази на хоризонталној летви са десне стране од споја зупчаника (гледајући са позиције возача). То је кућиште у којем се налази специфичан и мали клип затвореног система, на који утиче рад серва повећавањем притиска. Притисак се повећава већом количином уља у једној од две коморе где се клип налази. Сам клип је, наравно, између комора, тако да се он може померати у једну страну ако повећавамо количину уља у једној од комора. Клип је у потпуности повезан са хоризонталном (зупчастом) летвом, што као финални резултат има њено померање лево или десно. Дакле, битна је контрола система, односно систем треба да зна када да пуни једну комору уљем, а када другу (различити смерови). Ту заслугу има поменути ротациони вентил, који контролише рад клипа и комора у зависности од смера окретања волана. Ради се о једном компликованом систему, који отвара одређене линије уља ка клипу када се волан окрене нпр. удесно и наравно ради супротно (отвара супротне линије уља) у случају када се волан окрене улево. Из тог разлога се овај вентил налази управо на делу летве који је везан са воланом, што значи да још увек има ротационо кретање и вентил тако може да препозна смер ротације.

Поред овог ротационог вентила, раније смо поменули и сигурносни вентил који се налази у самој пумпи серво система и који је задужен за ослобађање притиска у случају превеликог обртаја пумпе. Како је пумпа повезана са мотором аутомобила, јасно је да јој не могу одговорати баш сви режими обртаја. При високом броју обртаја, пумпа би без сигурносних вентила створила превелики притисак у серво-систему, што би резултирало уништењем неког од унутрашњих склопова. Серво-уређаји постоје већ дужи низ година и у последње време се све више јављају неки модификовани системи.

5.1. Иновације у управљачком систему

Проблем класичних система јесте што точак управљача може бити веома лак за управљање при великим брзинама, што може бити погубно у вожњи јер не можемо правилно оценити колико заиста померамо волан. Тако се данас јављају разни системи, углавном електронска помагала, који могу да елеминишу утицај серва при већим брзинама, али и да га повећају у градским условима.

Што се тиче сигурносних система, VSA (Vehicle Stability Assist - систем за стабилизацију возила) улази у стандардну опрему а дизајниран је како би помогао возачу да задржи контролу при скретању, убрзавању и брзим маневрима, тако што кочи десне односно леве точкове зависно од потребе и моделује обртни момент агрегата према потреби.

Адаптивни серво-управљач ESP (Electronic Stability Program – програм за електронску контролу стабилности) прорачунава који је од точкова потребно успорити кочењем или редукцијом обртног момента неби ли се успоставила равнотежа. Актуелни уређаји омогућавају да се баланс возила успостави чак и када оно вуче приколицу. У већини случајева додатни терет нарушава стабилност јер се креће по инерцији. Приколица прати кретање возила за које је прикачена и све је у најбољем реду док је аутомобил (или камион) под апсолутном контролом возача. Принцип деловања ESP система се заснива на томе што кочењем појединих точкова утиче на кретање и заносење возила. Код подуправљивости (ситуација када задњи крај изгуби пријањање и почне да клизи према напред) кочи спољни предњи

точак, а када се јави подуправљање (ситуација када се великом брзином улети у кривину, ауто касније почне да кочи па се улази у кривину широко јер тада на њега делује центрифугална сила), кочи унутрашњи задњи точак. Овај систем само врши мониторинг и не меша се у рад мотора или одржавање тракције. Сензори овог система прате заокренутост точкова и целокупно понашање возила. ESP систем се активира приликом наглих промена правца кретања приликом наилазка на клизаву површину. Возило опремљено овим уређајем ће заобићи препреку без заносења, док ће се исти такав аутомобил без асистенције електронике отети контроли и у најбољем случају, завршити поред пута.

Систем који помно прати шта се дешава са контактом пнеуматик-подлога и сходно томе да ли долази до појаве услова за блокирање кочница, контролише и управља њиховим радом и понашањем је ABS (Anti-lock Braking System— систем против блокирања точкова). Код овог система, сензори прате намере и реакције возача, угао управљача, позицију папучице гаса, брзину којом се притиска педала кочнице, затим одзив возила на команде, евентуално отклизавање услед дејства инерцијалних сила, заносење и брзине сваког од точкова. Овај систем функционише тако што сензори на точковима константно прикупљају информације о јачини снаге кочења. Када је кочење толико интензивно да може доћи до блокирања точка, процесор у централној електронској јединици шаље информацију хидрауличном систему који отвара електромагнетне вентиле. Чим дође до поновног окретања точкова, сензор шаље ту информацију процесору који хидрауличном систему шаље повратну информацију да затвори електромагнетне вентиле и тиме поново максимално обнови силу кочења, све док не дође до поновног блокирања точка. Коначни циљ је задржавање жељеног правца кретања приликом кочења и безбедно заустављање возила, јер, мењање правца кретања возила могуће је само док се управљачки точкови окрећу. Ако су точкови блокирани окретање волана је без резултата и возач губи контролу над возилом.

Систем LKAS (Lane Keeping Assist System – систем за одржавање правца) користи камеру за детекцију одступања аутомобила од линије на путу и активира обртни момент у случају потребе, знатно умањујући оптерећење аутомобила а у исто време повећавајући сигурност.

Систем ACC (Adaptive Cruise Control – адаптивни темпомат) користи радар, како би задржао константну удаљеност од аутомобила испред, омогућавајући опуштајућу и безбрижну вожњу.

Систем информација о мртвом углу састоји се од сензора и лампице на ретровизору. Када сензор детектује возило у мртвом углу, лампица се упали и сигнализира возачу да пази уколико намерава да се престроји у другу траку.

Систем за ноћну возњу (Automotive night vision) је систем који омогућава возачу да ноћу види даље. Постоје две врсте система, активни и пасивни. Активни систем се састоји од инфрацрвених камера на предњој страни возила и екрана на коме се пројектује црно-бела слика. Пошто је инфра црвенасветлост невидљива за људско око, њом може доста даље да се осветли пут него класичним светлима, а возач може да види слику пута на екрану испред себе. Пасивни систем детектује температуру тела (животиња, људи и возила) у односу на околину. Овај систем ради лошије у окружењу где је већа спољна температура.

Систем за праћење притиска у гумама TPMS (Tire Pressure Monitoring System) је систем који прати притиске свих пнеуматика и обавештава возача у случају да притисак у неком пнеуматику опадне испод дозвољене вредности. Пренизак притисак у гумама узрок је повишене потрошње горива, међутим далеко је важније што може узроковати незгоде с фаталним исходом. Сензори који мере притисак уграђени су у вентил и у случају пада притиска за 15% испод препорученог нивоа, шаљу сигнал упозорења.

Камера за возњу уназад. Паркирни сензори постали су незаобилазна ставка на попису додатне опреме свих већих моноволумена или теренаца. Пиштави звук даје возачу до знања да се приближава препреци, од велике је користи при паркирању великих аутомобила чије габарите због данашњих дизајнерских стандарда мало ко може исправно проценити. Камера се налази на задњој страни возила и активира се убацивањем мењача у рикверц, а пошто се најчешће користи у комбинацији са паркинг сензорима и омогућава знатно бољу видљивост и паркирање, нарочито уколико је возило непрегледно.

Закључак

Технолошке иновације које повећавају како пасивну, тако и активну сигурност из године у годину су све ефикасније и много поузданије. Системи као што су LKAS, ACC, VSA, ESP итд., се налазе у аутомобилима високе класе, а своју примену у аутомобилима за "широке народне масе" имаће када се довољно усаврше и када њихова производња постане довољно јефтина да се могу уграђивати у све modele аутомобила, тј. када се њихова ефикасност покаже у свакодневној примени. Оно што нас у будућности (вероватно ближе) очекује јесте потпуно нова генерација управљања, која би у целини елиминисала све постојеће физичке склопове управљања. То је специфични "drive-by-wire" систем, који би функцију померања точкова у потпуности поверио електроници и електро-моторима. Точак управљача би само тако био везан жицом за неколико електро-мотора, који ће на основу задатих команди померати точкове лево или десно. Ово ће уједно смањити број физичких уређаја, точак управљача више неће бити ограничен летвом и моћи ће слободно да се помера у било ком правцу, мада ће вероватно повећати комплексност инсталације, али и саму цену возила. Велика предност овог система јесте и смањење потрошње, а самим тим и емисије штетних гасова у атмосфери. Наиме, класичан серво је везан за рад мотора и када померамо волан заправо од мотора захтевамо више снаге, како би серво-систем функционисао. Електроника неће бити везана искључиво за рад мотора, што ће елиминисати проблем који се јавља код данашњих система управљања. Најчешћи откази данашњих механизма су:

- истрошење кугластих зглобова споне
- истрошење крајева споне
- деформације самих спона
- деформације зупчaste летве
- оштећење заштитних манжетни
- цурење уља из кућишта зупчaste летве (серво уређај)
- истрошење зглобова карданске осовине волана

Литература

[1] Н. Јанићијевић, Д. Јанковић, Ј. Тодоровић " Конструкција моторних возила", Машински факултет Београд, 1987 година

[2] Симић Д. Моторна возила, Научна књига, Београд 1988.

[3] Иван Филиповић: Мотори и моторна возила, Машински факултет Универзитета у Тузли, Тузла 2006

[4] Александар Стефановић, Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу, 2010 година