



Висока школа електротехнике и
рачунарства струковних студија

СИСТЕМ ЗА ПРЕНОС СНАГЕ (ТРАНСМИСИЈА)

1. Уводна разматрања
2. Намена и подела трансмисија
3. Захтеви за конструкцију трансмисија
4. Конструкцијска решења трансмисија



Намена и подела трансмисија

НАМЕНА

- ☐ пренос снаге са мотора на кретаче
- ☐ трансформација параметара снаге
- ☐ промена смера кретања
- ☐ погон помоћних/специјалних система

ПОДЕЛА

- ☐ Према врсти енергије: механички, хидраулички, електрични и комбиновани.
- ☐ Према начину трансформације параметара снаге: степенести, континуални и комбиновани.
- ☐ Према степену аутоматизације: са неаутоматском (ручном) променом параметара и аутоматизовани
- ☐ Према формули погона: 4x2, 4x4, 6x4, 6x6



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- Систем за пренос снаге врши трансформацију момента и угаоне брзине у зависности од услова експлоатације и обезбеђује промену смера кретања возила а такође обезбеђује и помоћни погон за друге подсистеме возила.
- **Према врсти енергије** која се користи при преносу снаге, системи за пренос снаге могу да буду: механички, хидраулички, електрични и комбиновани.
- **Према начину трансформације снаге**, системи за пренос снаге могу да буду: степенести, континуални и комбиновани.



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- **Према степену аутоматизације**, системи се могу поделити на две групе: системи са ручном променом параметара и системи са аутоматизованом променом параметара.
- Четврти важан параметар који одређује конструкцијске карактеристике система за пренос снаге је формула погона. Формула погона обично се даје у облику $A \times B$, где је A број точкова, а B број погонских точкова.



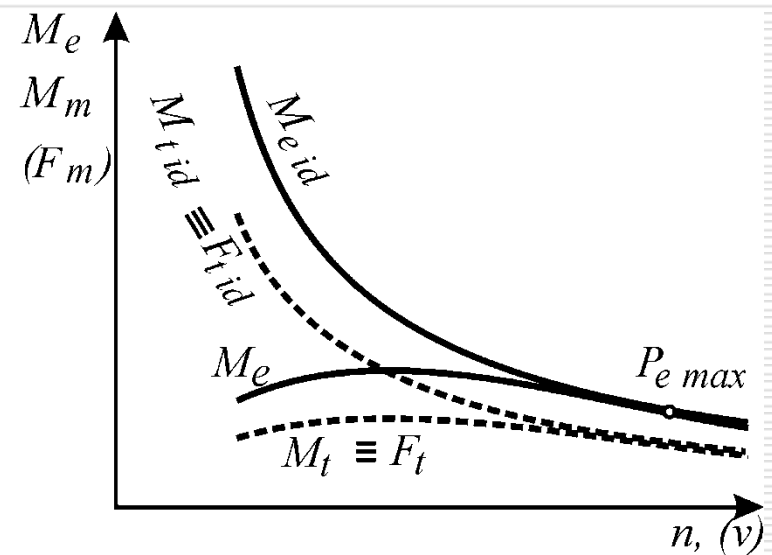
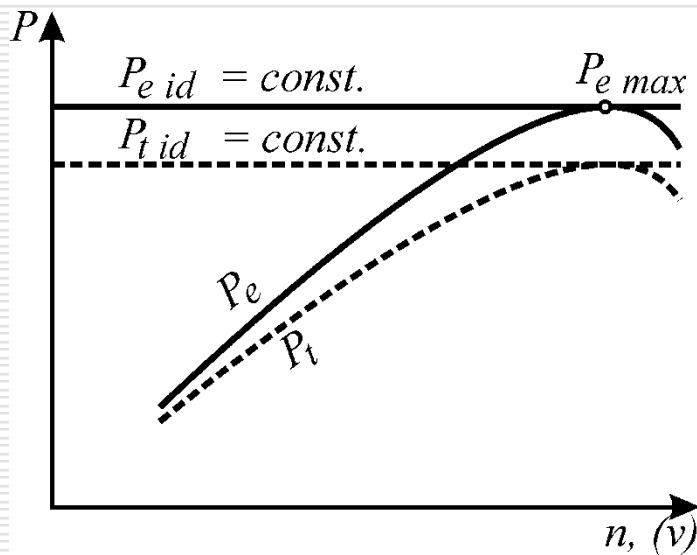
Пренос снаге са мотора на точкове



Параметри снаге:

- Обртни момент
- Угаона брзина (број обртаја)

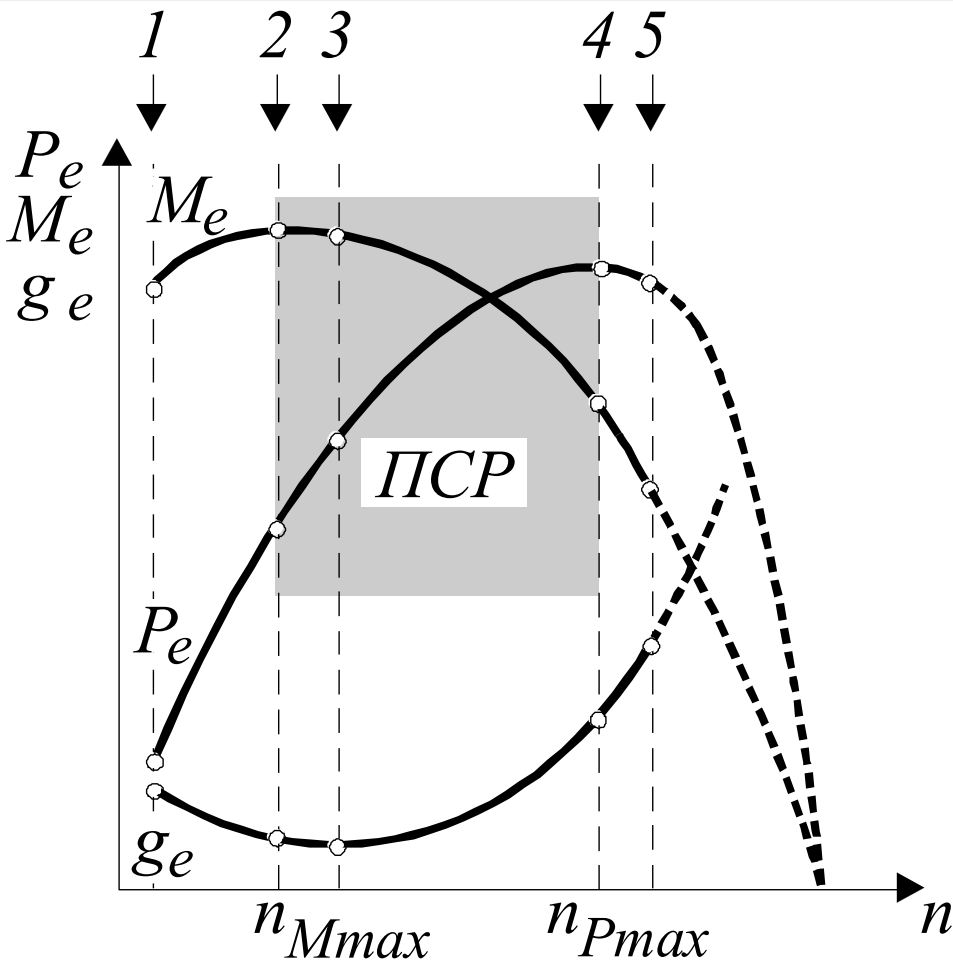
$$P_e = M_e \omega_e$$



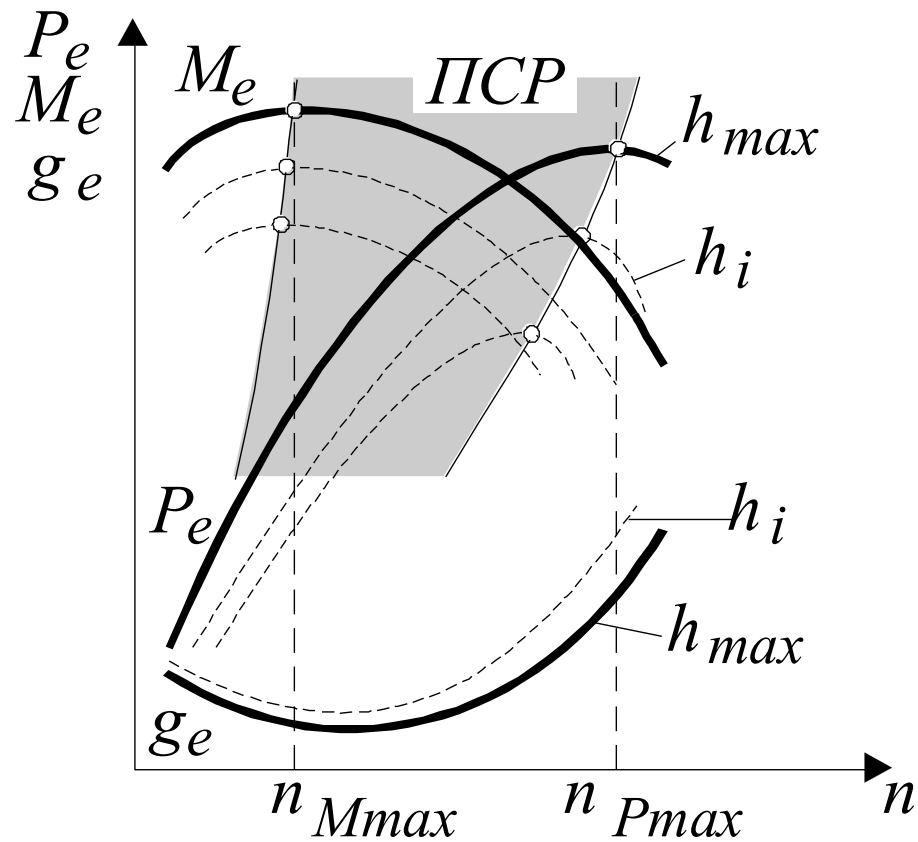
Идеална и стварна трансформација параматера снаге



Погонске карактеристике мотора (ОТО мотор)



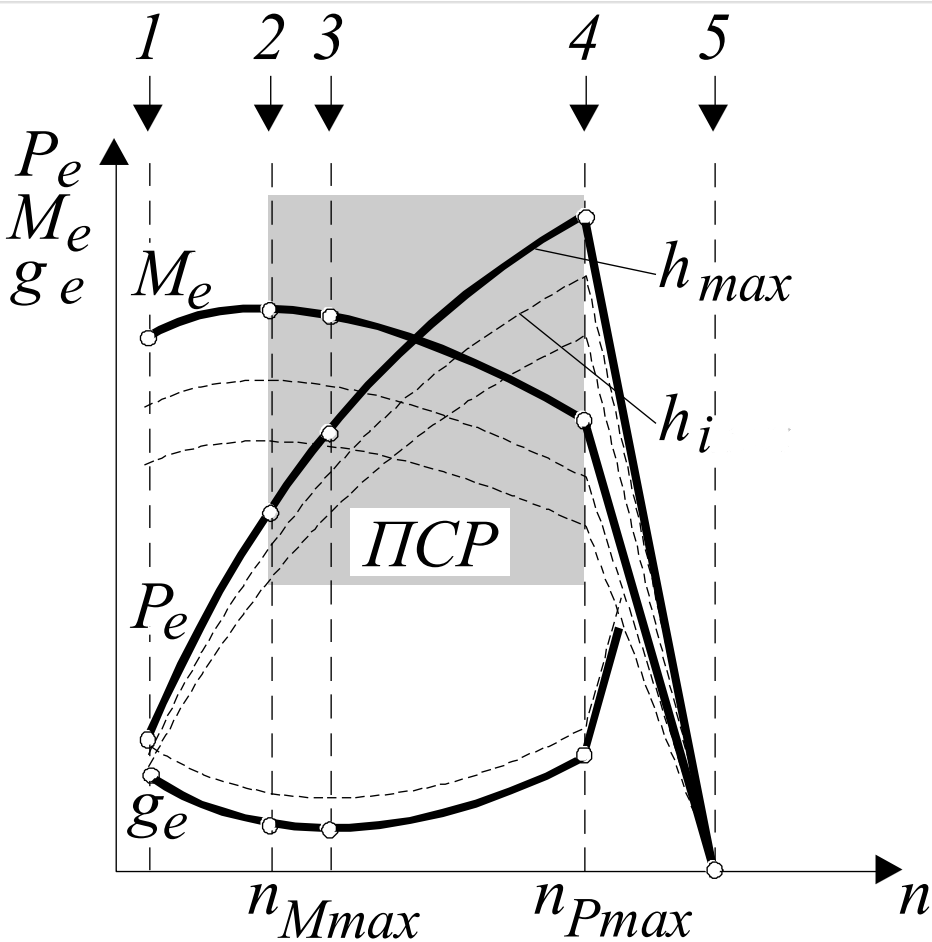
Спољна брзинска
карактеристика



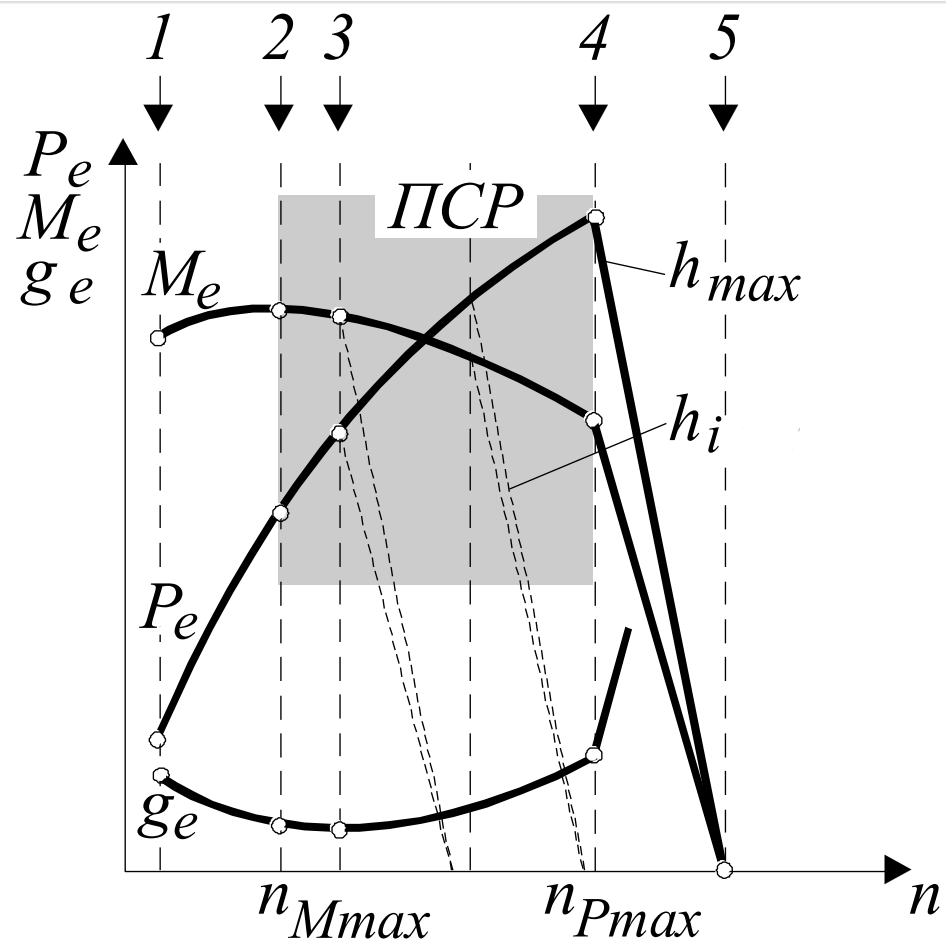
Парцијалне
карактеристике



Погонске карактеристике мотора (Дизел мотор)



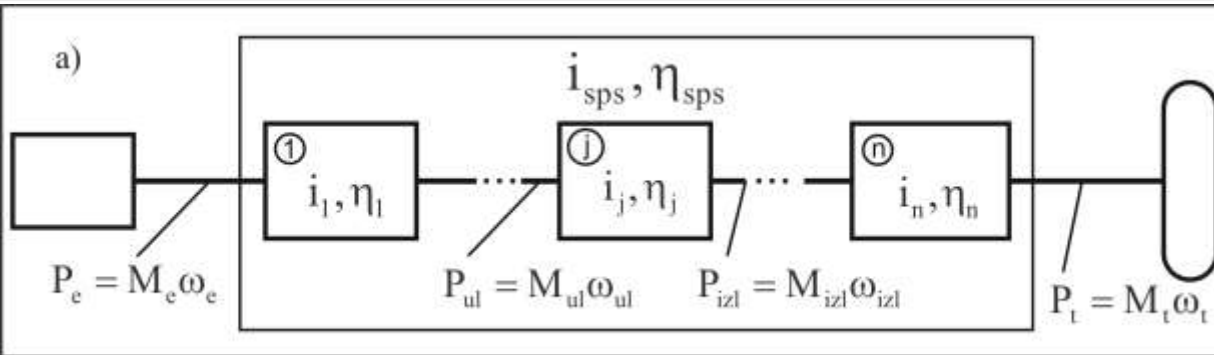
Једнорежимски
регулатор



Свережимски
регулатор

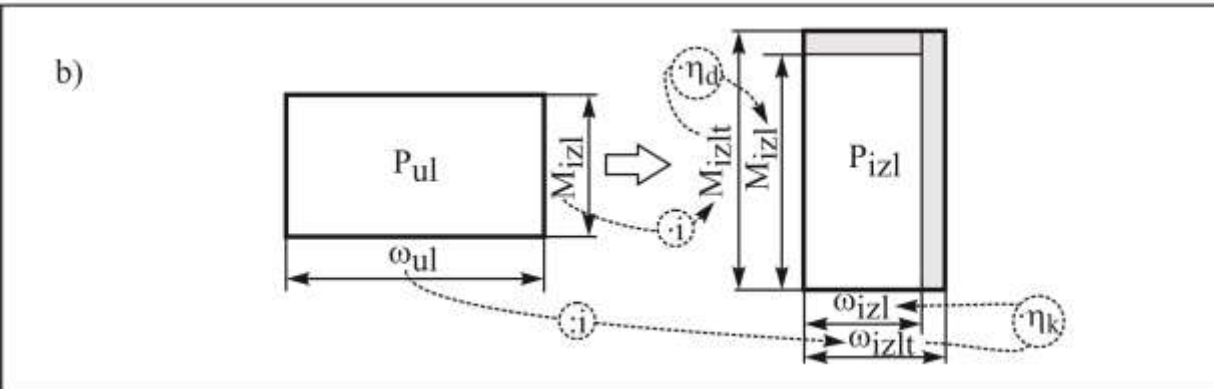


Трансформација параметара снаге



$$\eta_{kj} = \frac{\omega_{izl}}{\omega_{izlt}} = \frac{\omega_{izl} \cdot i}{\omega_{ul}}$$

$$\eta_{dj} = \frac{M_{izl}}{M_{izlt}} = \frac{M_{izl}}{M_{ul} \cdot i}$$



$$\eta_j = \eta_{kj} \cdot \eta_{dj} = \frac{\omega_{izl} \cdot i}{\omega_{ul}} \cdot \frac{M_{izl}}{M_{ul} \cdot i} = \frac{M_{izl} \omega_{izl}}{M_{ul} \omega_{ul}} = \frac{P_{izl}}{P_{ul}}$$

□ преносни однос

$$i_j = \frac{\omega_{ul}}{\omega_{izlt}} = \frac{M_{izlt}}{M_{ul}}$$

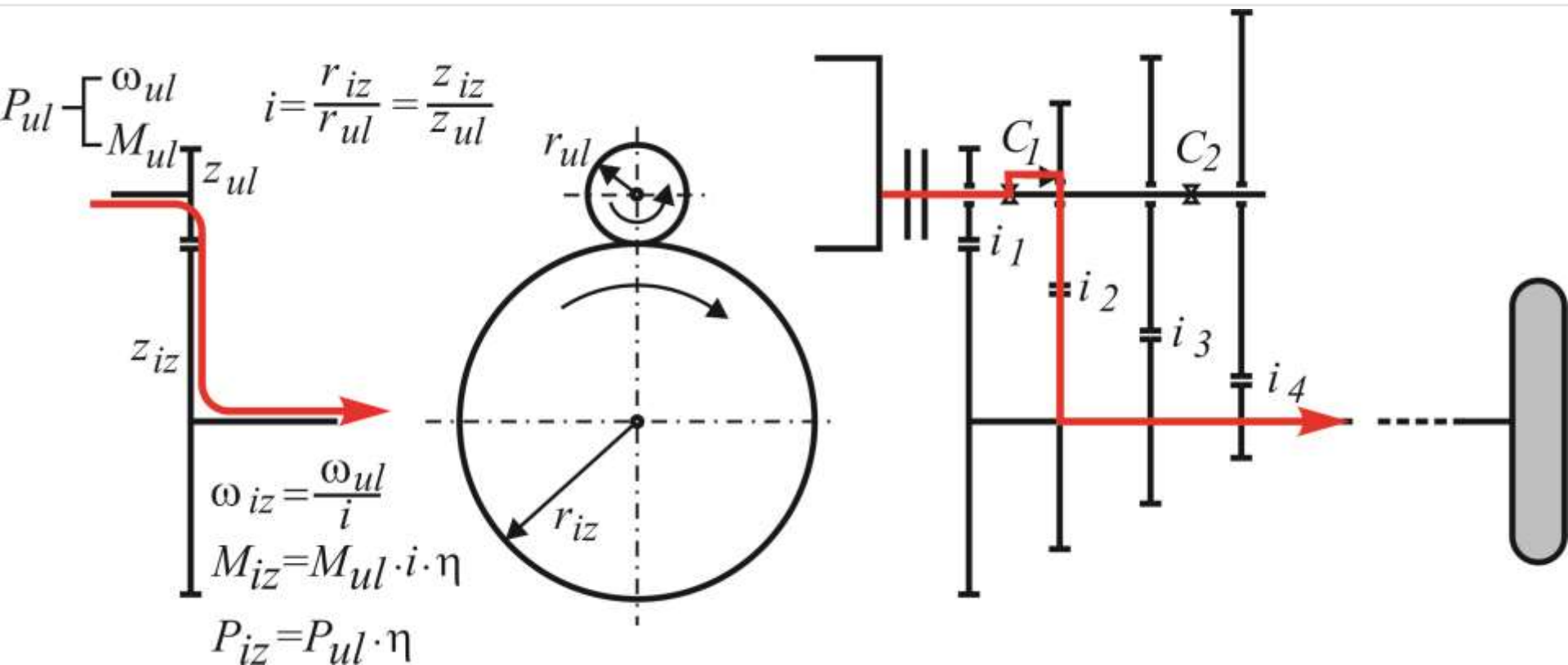
□ степен корисности

$$\eta_j = \frac{P_{izl}}{P_{ul}} = \frac{M_{izl} \omega_{izl}}{M_{ul} \omega_{ul}}$$

$$\left. \begin{aligned} \omega_{izl} &= \frac{\omega_{ul}}{i_j} \cdot \eta_k \\ M_{izl} &= M_{ul} \cdot i_j \cdot \eta_d \\ P_{izl} &= P_{ul} \cdot \eta_j \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} i_{sps} &= \frac{\omega_e}{\omega_t} = \prod_{j=1}^n i_j \\ \eta_{sps} &= \frac{P_t}{P_e} = \prod_{j=1}^n \eta_j \end{aligned} \right\}$$

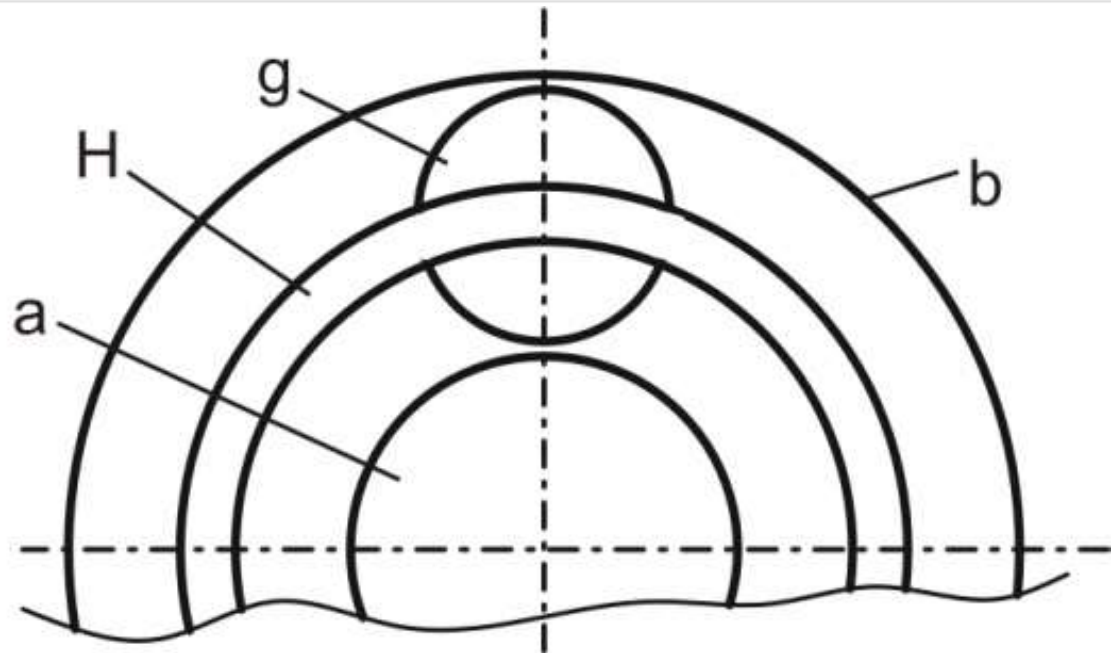
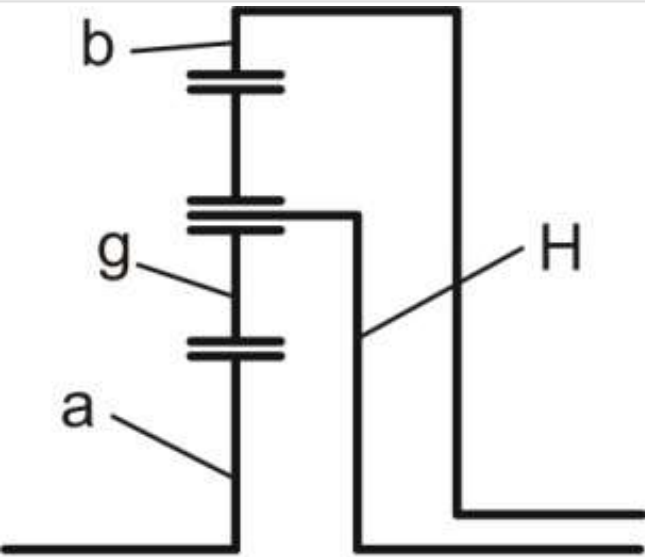


Трансформација параметара снаге – зупчасти преносник са непокретним осама





Трансформација параметара снаге – планетарни преносник

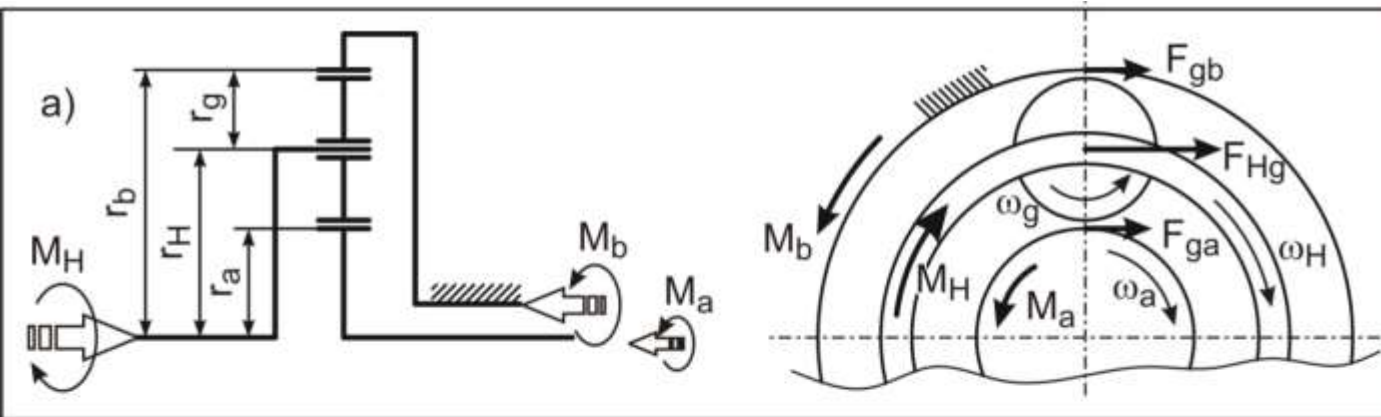


© F. A. Lohmüller, 2010

- ☐ а – централни зупчаник
- ☐ б – спољашњи зупчаник (еписикл)
- ☐ g – сателит
- ☐ Н – носач сателита



Трансформација параметара снаге – планетарни преносник

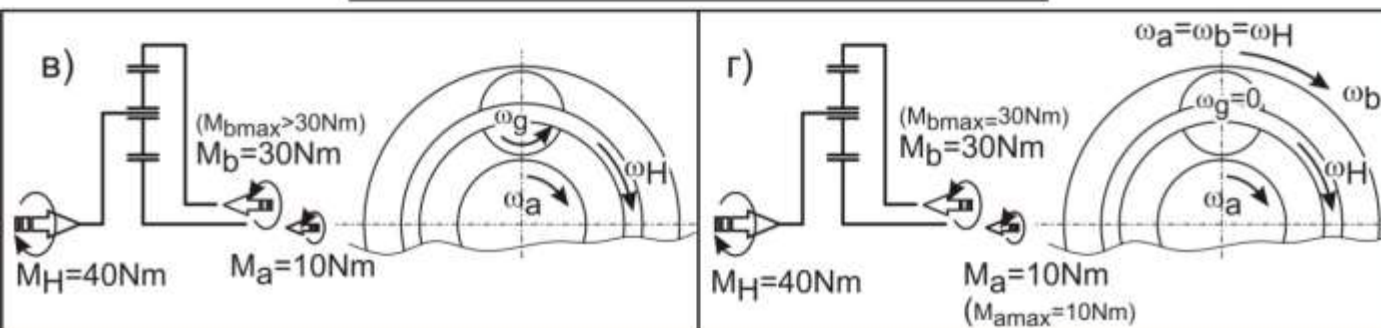
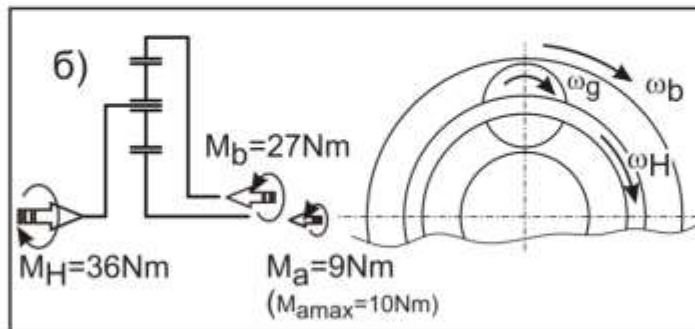


$$\frac{M_b}{M_a} = \frac{F_{gb} r_b}{F_{ga} r_a} = \frac{r_b}{r_a} = \frac{z_b}{z_a} = k$$

$$M_b = M_a k$$

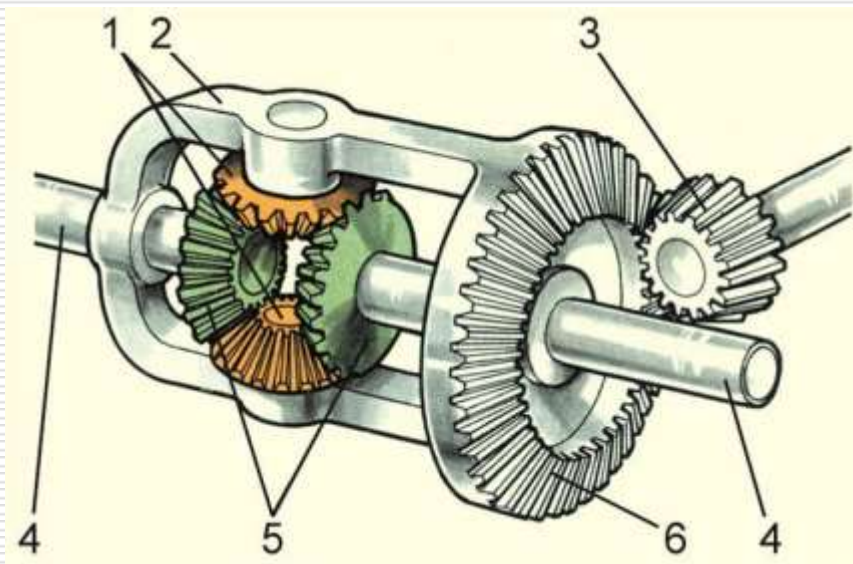
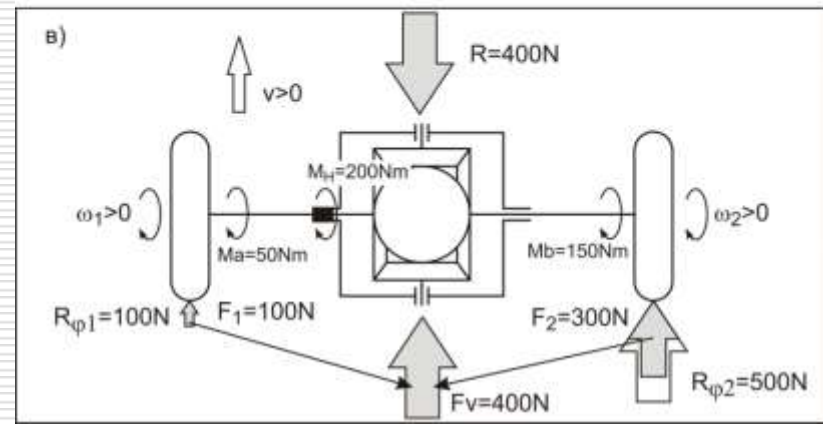
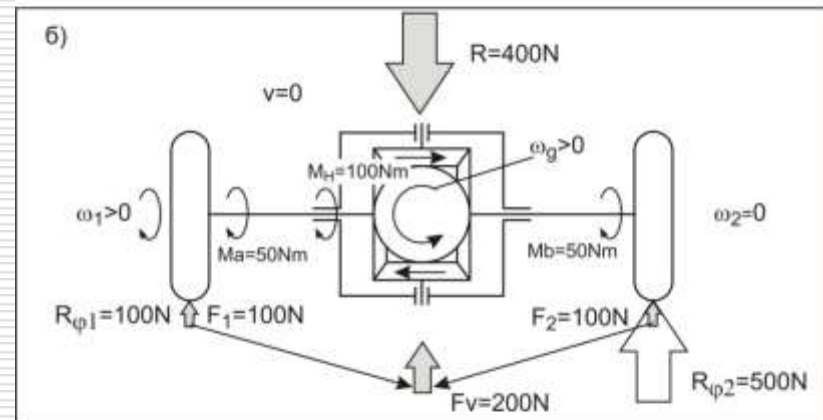
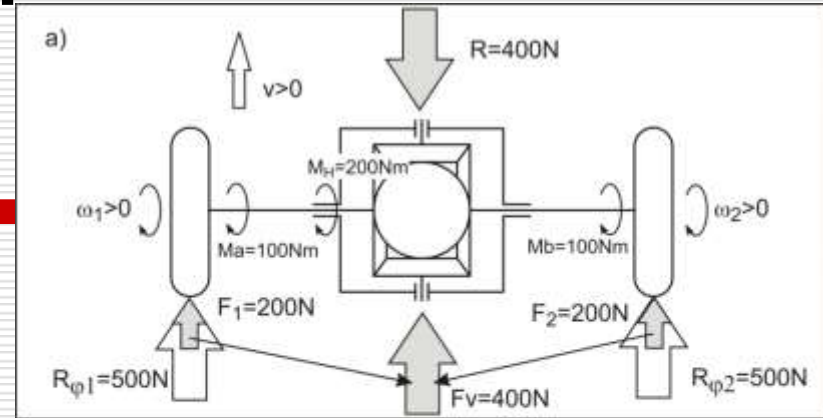
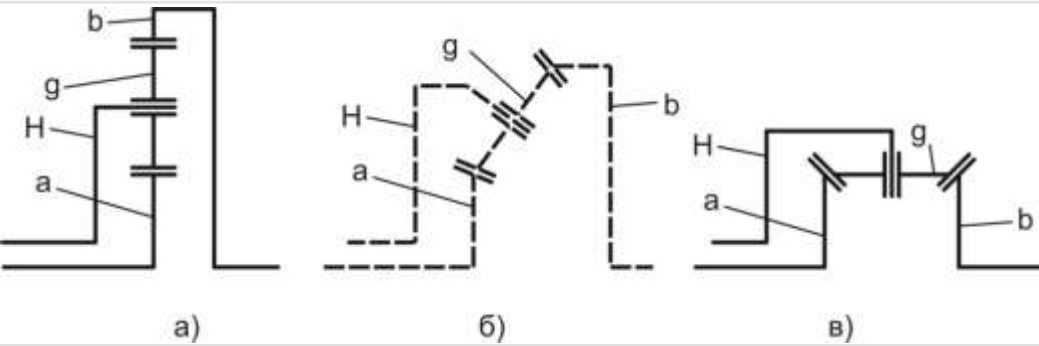
$$\vec{M}_a + \vec{M}_b + \vec{M}_H = 0$$

$$M_H = M_a + M_b = M_a (1 + k)$$



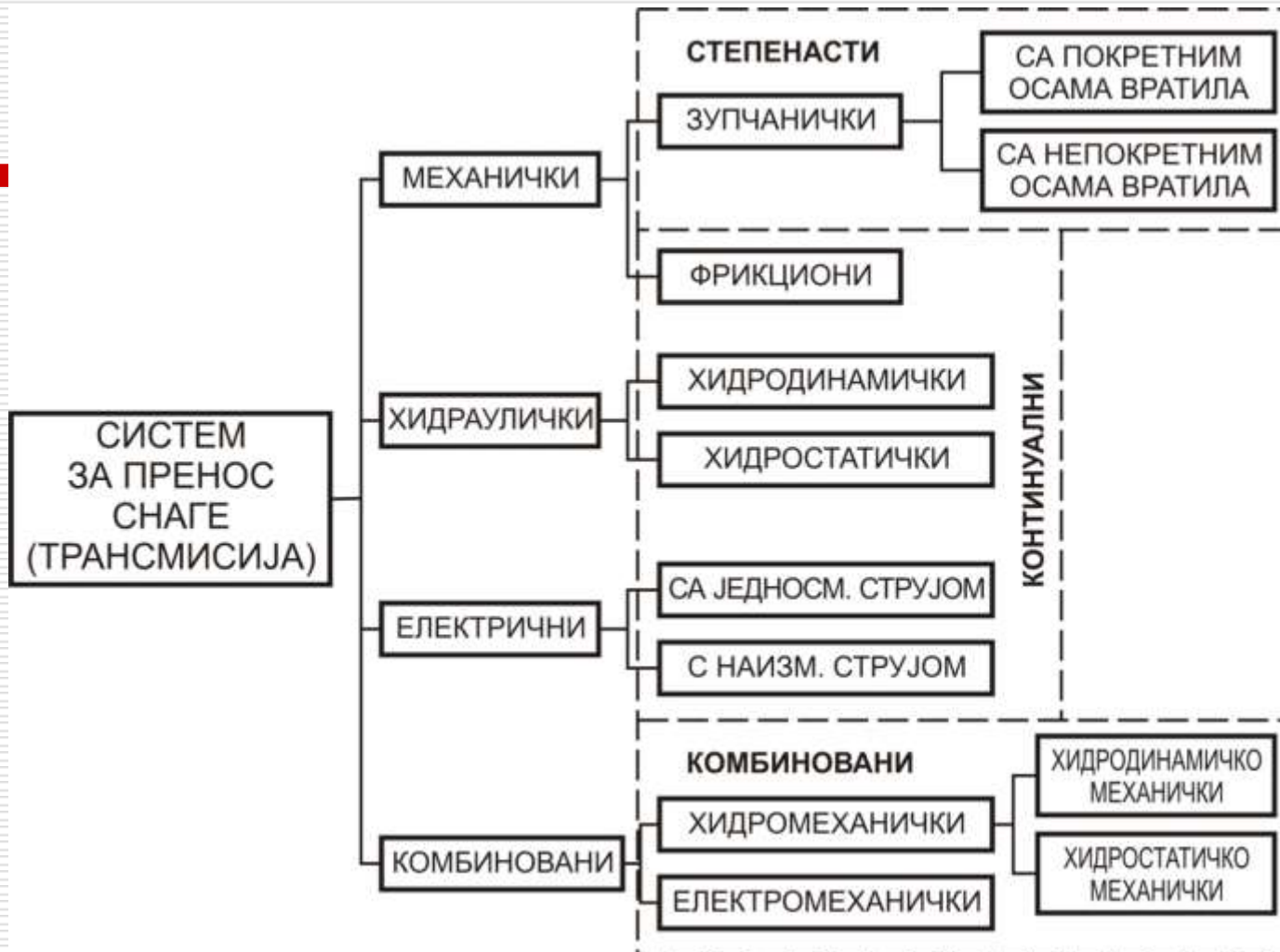


Трансформација параметара снаге – диференцијални преносник





1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА



- ❑ Губици снаге у трансмисији су од 1,5 до 8%.
- ❑ Аутоматизација промене степена преноса код механичких трансмисија смањује губитке снаге.



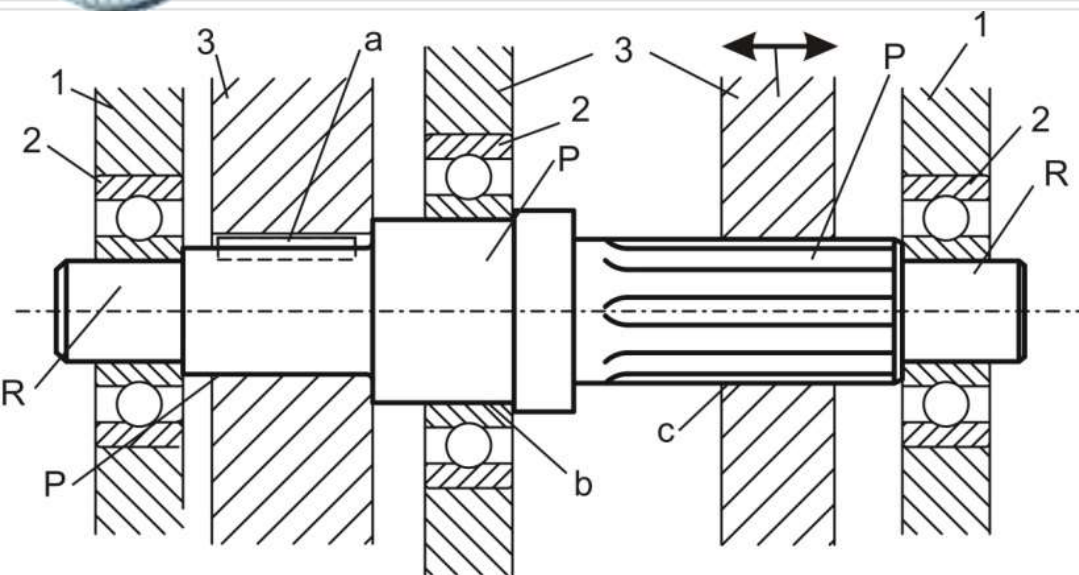
1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

ЕЛЕМЕНТИ КОНСТРУКЦИЈЕ СИСТЕМА ЗА ПРЕНОС СНАГЕ

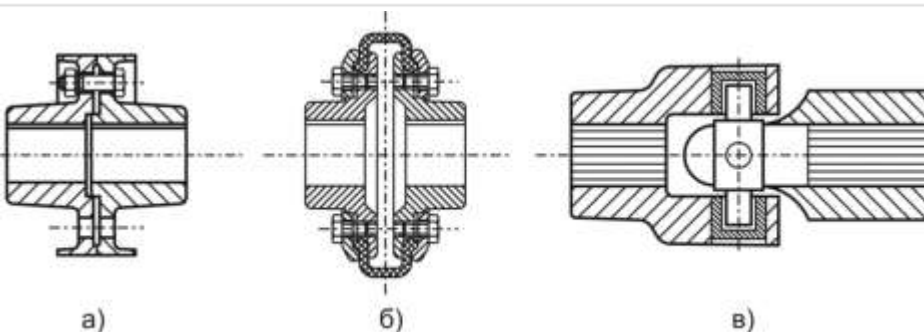




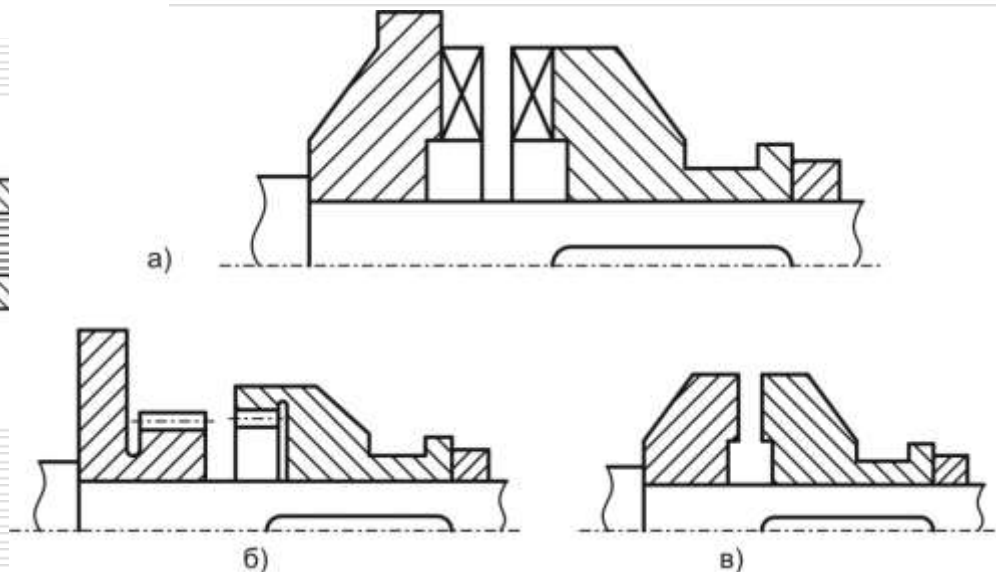
Механички преносници (1)



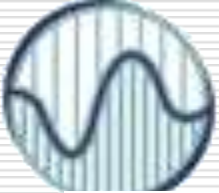
Вратило



нераздиојиве спојнице



раздиојиве спојнице

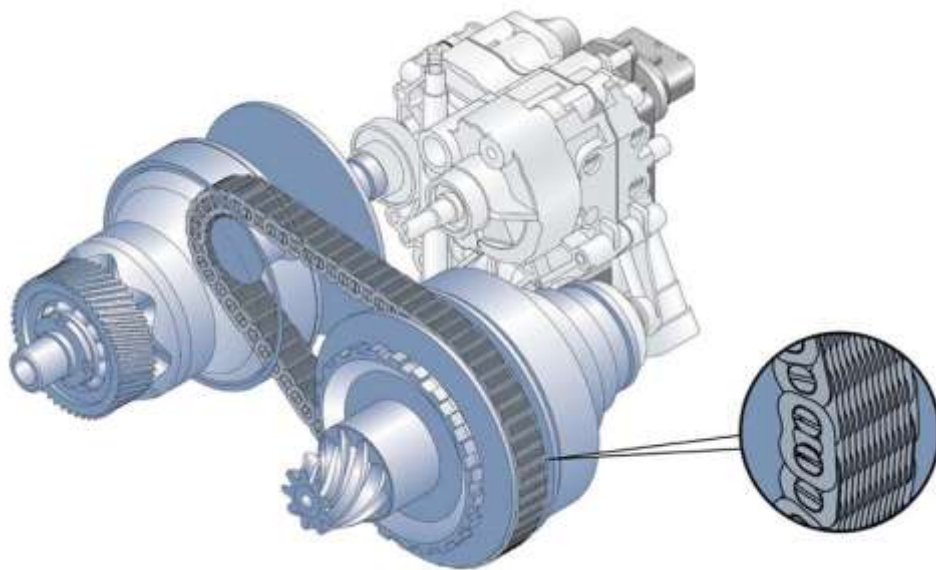
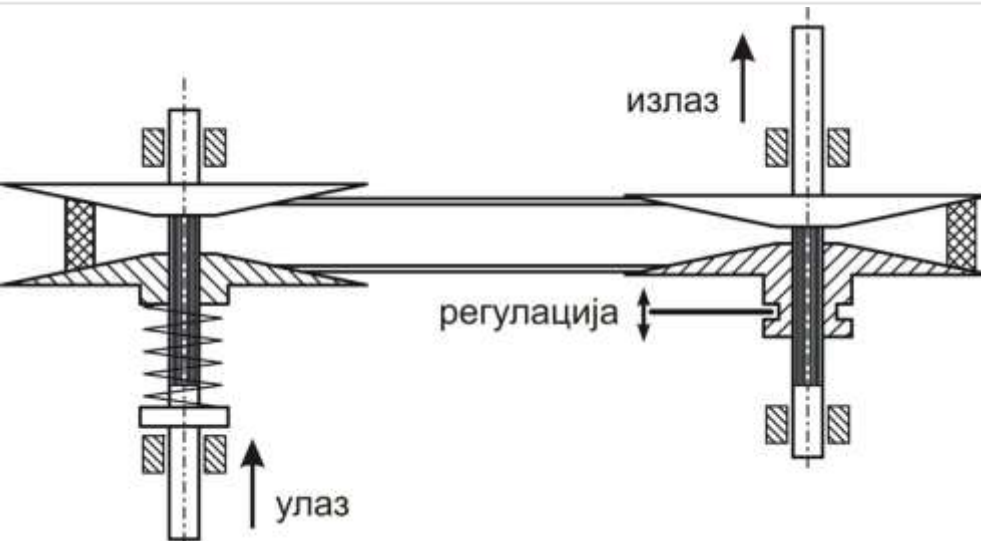


Механички преносници (2)





Механички преносници (3)

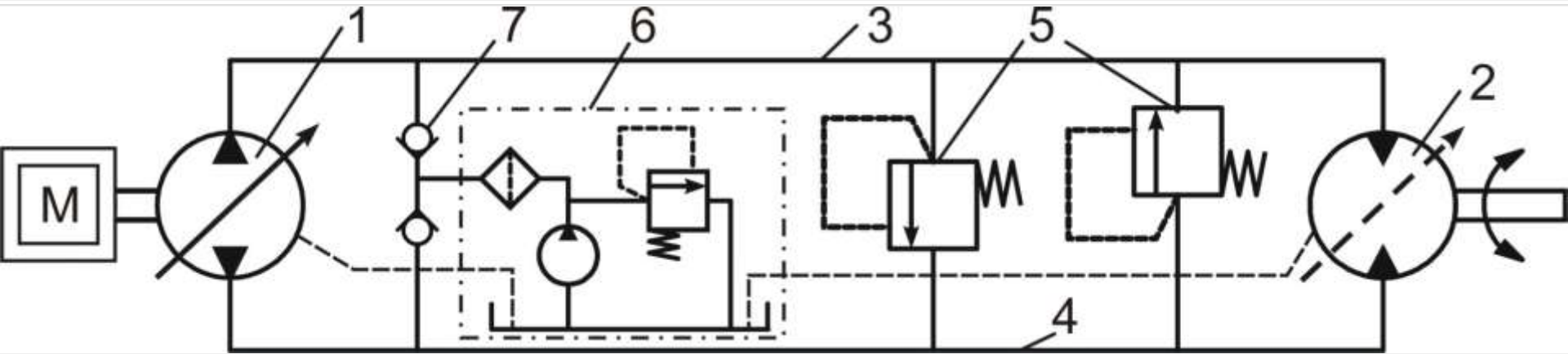


Варијатор



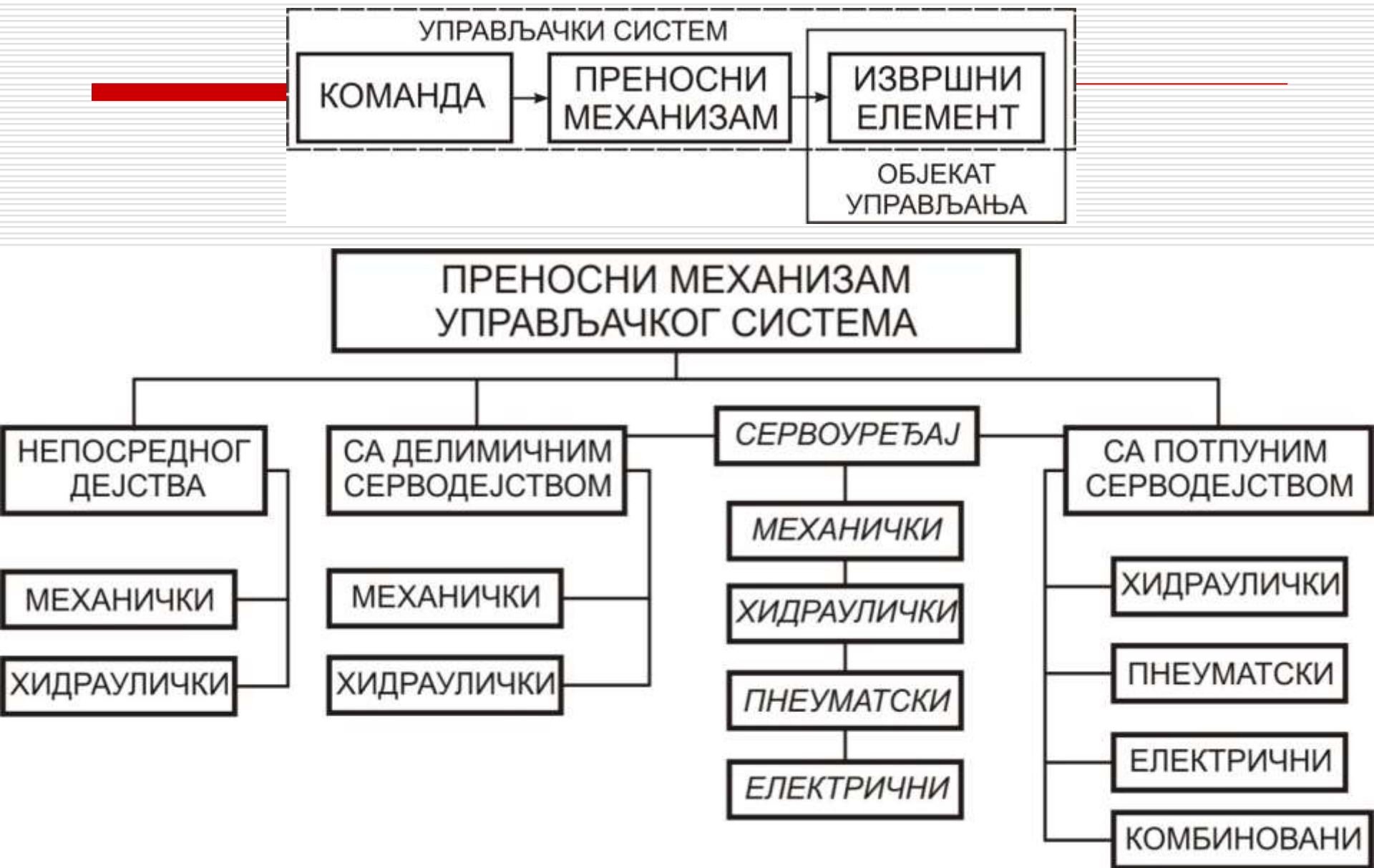


Хидростатички преносник





Управљање параметрима система за пренос снаге





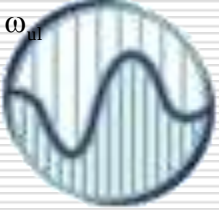
Намена и подела трансмисија

НАМЕНА

- ☐ пренос снаге са мотора на кретаче
- ☐ трансформација параметара снаге
- ☐ промена смера кретања
- ☐ погон помоћних/специјалних система

ПОДЕЛА

- ☐ Према врсти енергије: механички, хидраулички, електрични и комбиновани.
- ☐ Према начину трансформације параметара снаге: степенести, континуални и комбиновани.
- ☐ Према степену аутоматизације: са неаутоматском (ручном) променом параметара и аутоматизовани
- ☐ Према формули погона: 4x2, 4x4, 6x4, 6x6



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Основни принципи трансформације параметара снаге

- Трансформацију параметара снаге у ј-том елементу система за пренос снаге описују следеће величине:
 - преносни однос i_j (теоријски) – однос угаоних брзина улазног (ω_{ul}) и излазног (ω_{izt}) елемента, односно момената на излазном (M_{izt}) и улазном (M_{ult}) елементу у случају идеалне трансформације параметара;

$$i_j = \frac{\omega_{ul}}{\omega_{izt}} = \frac{M_{izt}}{M_{ul}}$$



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- степен корисности (η_j) – однос снаге на излазном (P_{izl}) и снаге на улазном елементу (P_{ul}):

$$\eta_j = \frac{P_{izl}}{P_{ul}} = \frac{M_{izl} \omega_{izl}}{M_{ul} \omega_{ul}} \quad (1)$$

- Преносни однос је параметар који карактерише *идеалну трансформацију параметара снаге* и карактеристика је сваког преносника снаге,
- израчунава се на основу карактеристичних параметара преносника (полупречника, протока, јачина струје и сл.).
- *Реалну трансформацију параметара снаге* описује степен корисности који се израчунава према изразу (1).



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- *Степен корисности* је сложена величина $\Rightarrow$ обухвата губитке како у ω , тако и у пренешеном M ;
- Губици у трансформацији ω могу да се опишу тзв. кинематичким степеном корисности (η_k) који представља однос (стварне) угаоне брзине на излазном елементу (ω_{iz}) и теоријске угаоне брзине тог елемента (ω_{izt});
- За j -ти склоп система за пренос снаге добија се да је:

$$\eta_{kj} = \frac{\omega_{izl}}{\omega_{izlt}} = \frac{\omega_{izl} \cdot i}{\omega_{ul}}$$



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- Губици у трансформацији обртног момента описују се тзв. динамичким (механичким) степеном корисности који представља однос стварног момента на излазном елементу (M_{izl}) и теоријског момента (M_{izlt}):

$$\eta_{dj} = \frac{M_{izl}}{M_{izlt}} = \frac{M_{izl}}{M_{ul} \cdot i}$$

- За j -ти склоп система за пренос снаге добија се да је:

- Укупни степен корисности преносника је производ кинематичког и динамичког степена корисности;

- За j -ти склоп система за пренос снаге добија се да је:

$$\eta_j = \eta_{kj} \cdot \eta_{dj} = \frac{\omega_{izl} \cdot i}{\omega_{ul}} \cdot \frac{M_{izl}}{M_{ul} \cdot i} = \frac{M_{izl} \omega_{izl}}{M_{ul} \omega_{ul}} = \frac{P_{izl}}{P_{ul}}$$



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

- функционална веза параметара **P** на улазу и на излазу за j -ти елемент система за пренос снаге:

$$\left. \begin{aligned} \omega_{izl} &= \frac{\omega_{ul}}{i_j} \cdot \eta_k \\ M_{izl} &= M_{ul} \cdot i_j \cdot \eta_d \\ P_{izl} &= P_{ul} \cdot \eta_j \end{aligned} \right\}$$

- Укупан степен корисности и преносни однос система за пренос снаге једнак је производу парцијалних степена корисности и преносних односа елемената тј.:

$$\left. \begin{aligned} i_{sps} &= \frac{\omega_e}{\omega_t} = \prod_{j=1}^n i_j \\ \eta_{sps} &= \frac{P_t}{P_e} = \prod_{j=1}^n \eta_j \end{aligned} \right\}$$



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

ЗАХТЕВИ ЗА КОНСТРУКЦИЈУ ТРАНСМИСИЈА

- ☐ Угодност и погодност коришћења
 - ☐ Лака промена степена преноса без обзира на оптерећење мотора и услове рада
 - ☐ Низак ниво буке
 - ☐ Одржавање радних параметара током читавог животног века
- ☐ Економичност потрошње горива
 - ☐ Велики опсег преносних односа
 - ☐ Висок степен корисности
 - ☐ "интелигентно" управљање променом степена преноса
 - ☐ Мали губици енергије за промену степена преноса
 - ☐ Мала тежина
 - ☐ Примена блокирајуће спојнице код хидродинамичког претварача
 - ☐ Мали хидраулички губици
- ☐ Добре возне карактеристике (driveability)
 - ☐ Прилагођавање тачке промене степена преноса возној ситуацији
 - ☐ Детекција критичних возних ситуација и "типа" возача
 - ☐ Добре карактеристике убрзања
 - ☐ Обезбеђивање кочења мотором
 - ☐ Онемогућавање промене степена преноса при брзој вожњи по кривинама
 - ☐ Детекција зимских услова на путу



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

ЗАХТЕВИ ЗА КОНСТРУКЦИЈУ ТРАНСМИСИЈА

- ☐ Минимална запремина и димензије
 - ☐ Код трансмисија са погоном позади критична димензија је пречник (главног преносника, мењача)
 - ☐ Код трансмисија са погоном напред критична је дужина
- ☐ Трошкови производње
 - ☐ Производња у великим серијама
 - ☐ Једноставан управљачки систем
 - ☐ Могућност аутоматизације монтаже



1.УВОДНА РАЗМАТРАЊА

КОНСТРУКЦИЈСКА РЕШЕЊА ТРАНСМИСИЈА

- ❑ Механичка трансмисија са степенастим мењачким преносником са непокретним осама и ручном променом степена преноса (**manual transmission**)
- ❑ Механичка трансмисија са степенастим мењачким преносником са непокретним осама и *аутоматизованом променом степена преноса* (**dual clutch transmission**)
- ❑ Хидромеханичка трансмисија са хидродинамичким трансформатором обртног момента (**torque converter**) са блокирајућом спојницом и планетарним мењачким преносником са хидрауличком променом степена преноса
- ❑ Механичка трансмисија са континуалним фрикционим мењачким преносником – варијатором (**Continuously variable transmission - CVT**)



Функционалне целине

1. главна спојница (1),
2. мењачки преносник (2),
3. разводник погона (3),
4. зглобни преносници (4) и
5. погонски мост (5).

