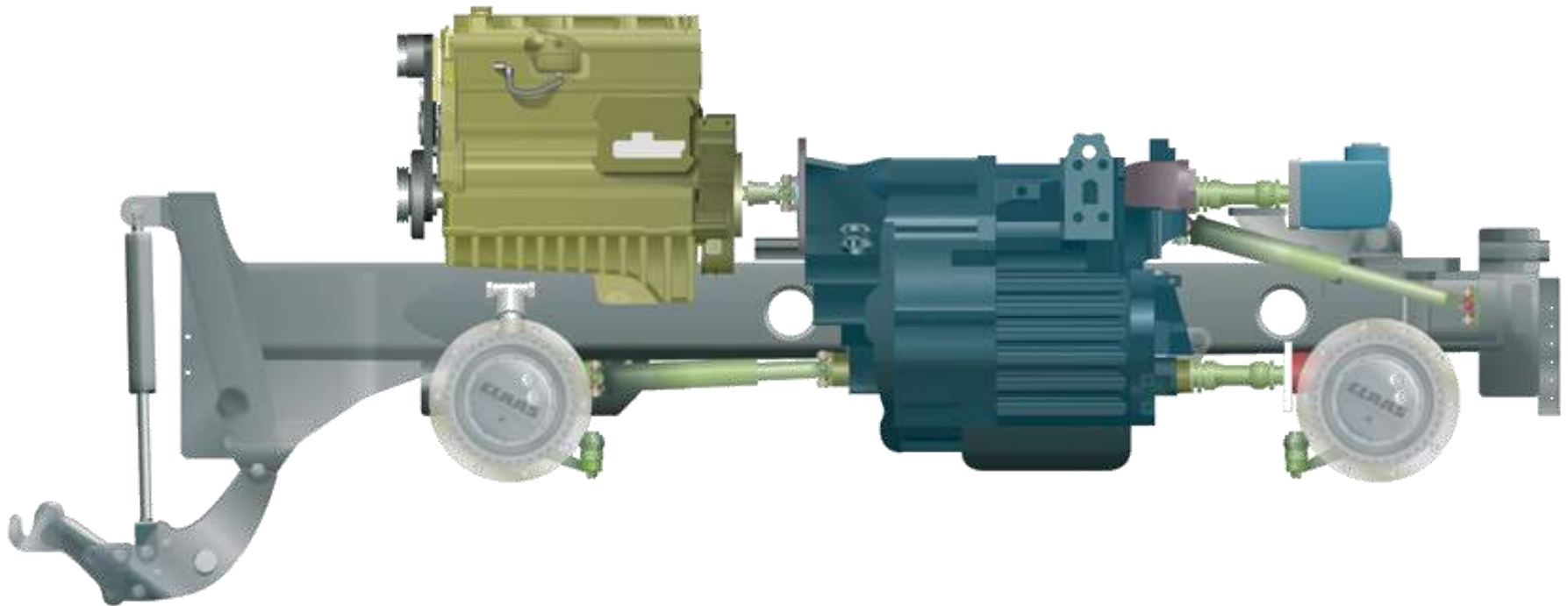


MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Ústav techniky a automobilové dopravy

4. přednáška
PŘEVODOVÁ ÚSTROJÍ

Co jsou převodová ústrojí...

Převodová ústrojí motorového vozidla tvoří všechna ústrojí spojující spalovací motor s hnacími koly vozidla a která uskutečňují přenos točivého momentu nebo jeho přerušení ke změně jeho velikosti nebo smyslu.



Převodová ústrojí

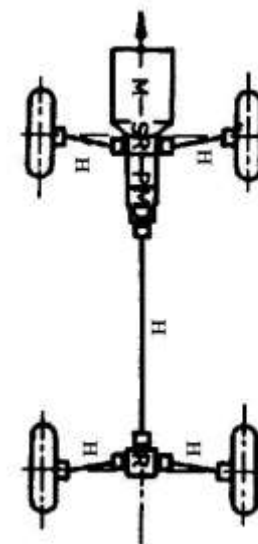
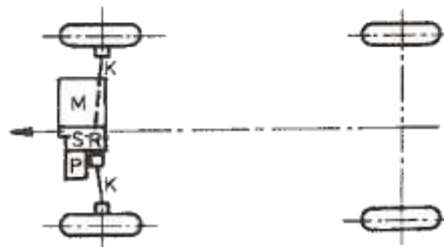
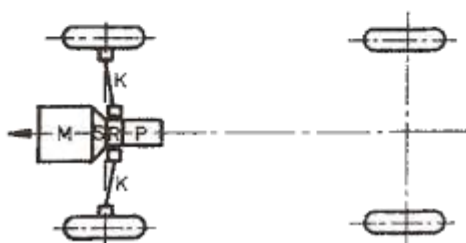
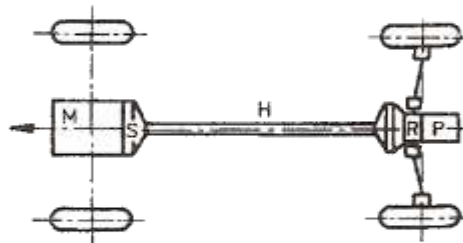
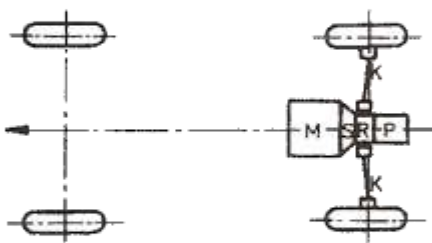
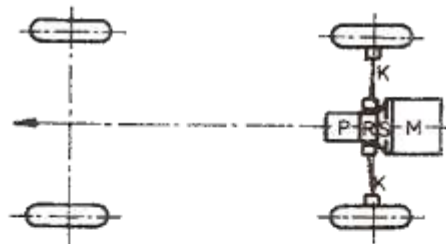
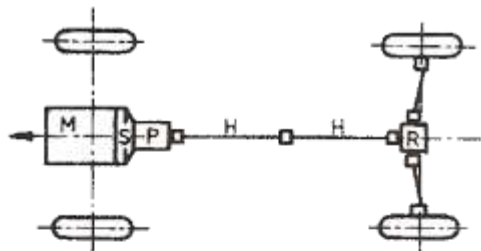
Podle způsobu přenosu točivého momentu motoru rozeznáváme převodová ústrojí:

- ❑ pro krátkodobé přerušování točivého momentu (spojky)
- ❑ pro stálé spojení (spojovací a kloubové hřídele)
- ❑ pro změnu velikosti točivého momentu (převodovky, koncové převody)
- ❑ pro rozdělení hnacího momentu na levé a pravé kolo (rozvodovky a diferenciály)
- ❑ pro rozdělení hnacího momentu mezi nápravy (rozdělovací převodovky, mezi-nápravové diferenciály)

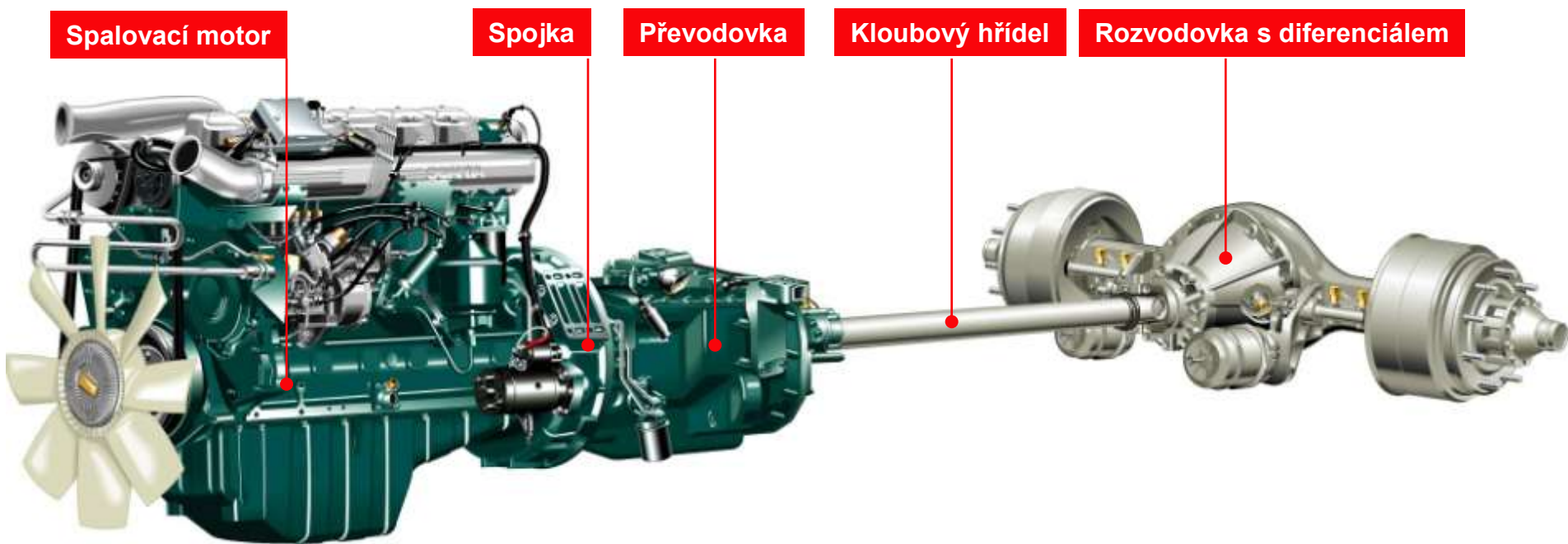


Koncepce převodových ústrojí

Osobní automobily



Standardní koncepce převodových ústrojí nákladních automobilů



Koncepce převodových ústrojí terénních užitkových vozidel

1-spalovací motor

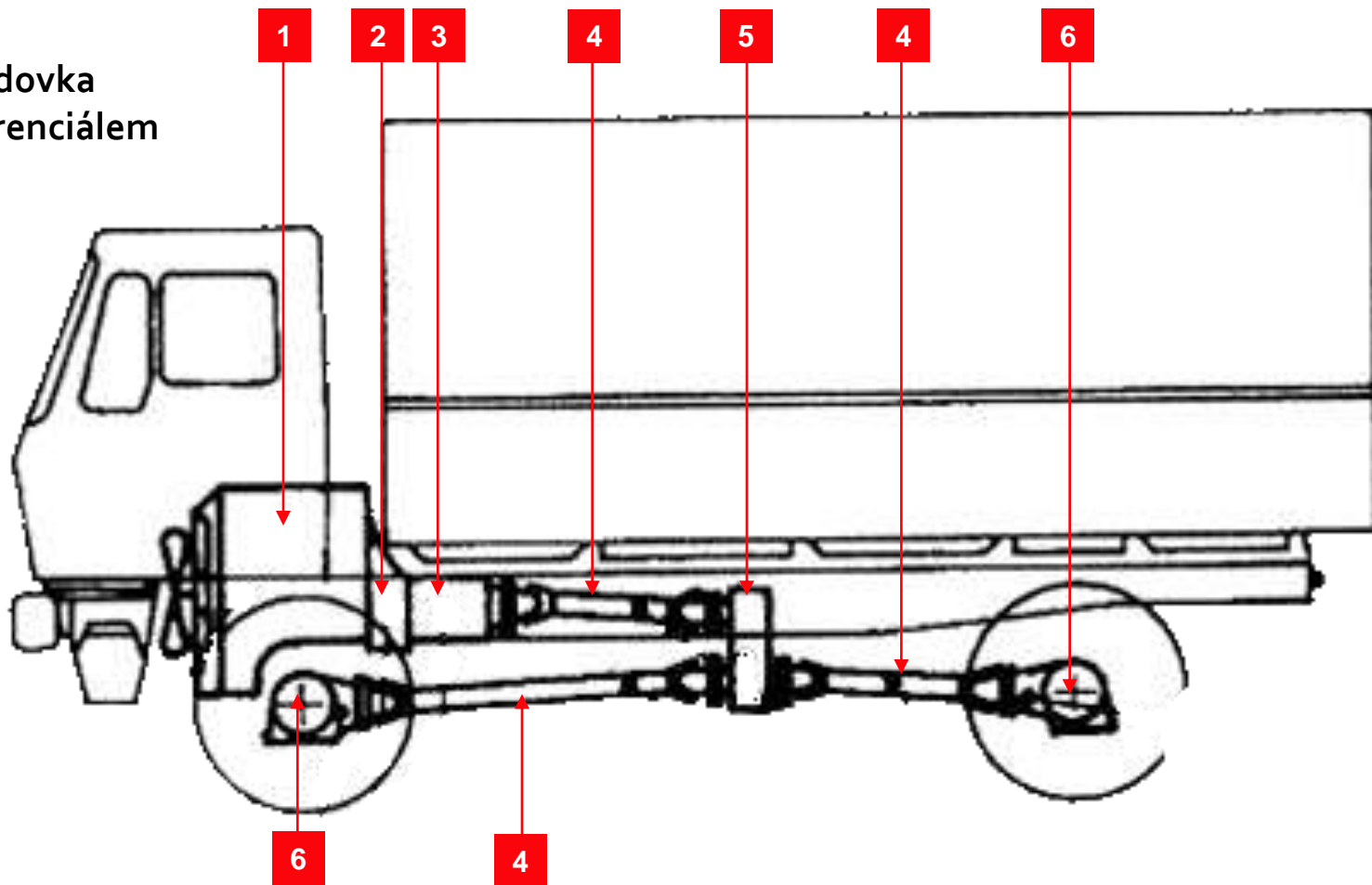
2-spojka

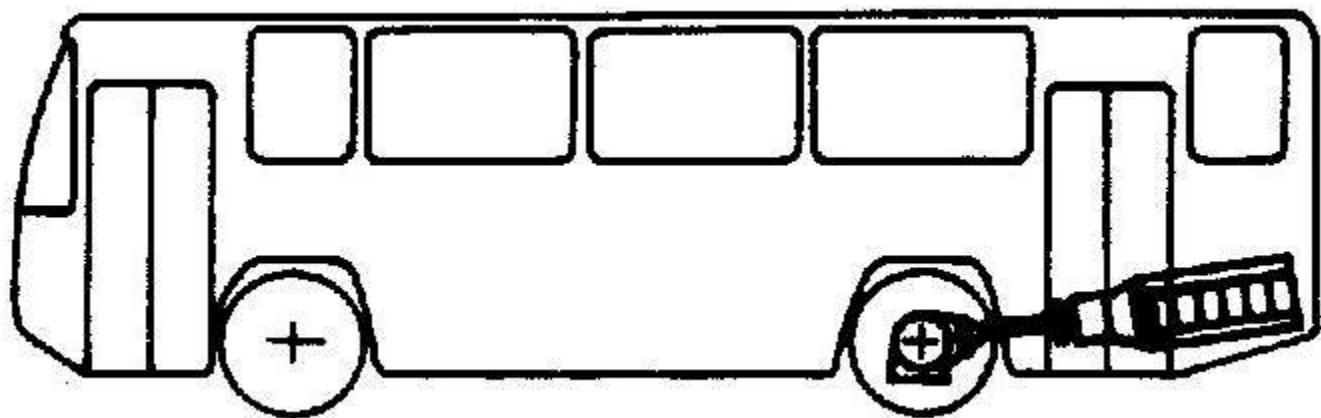
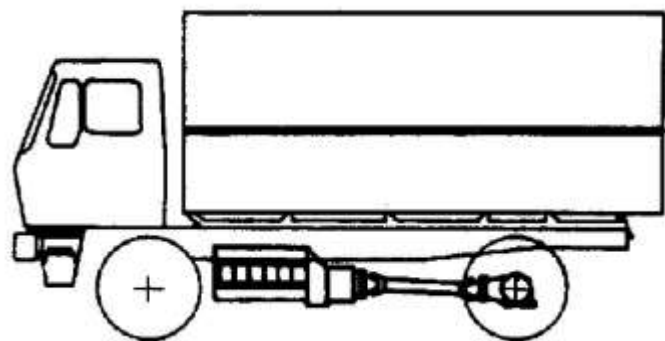
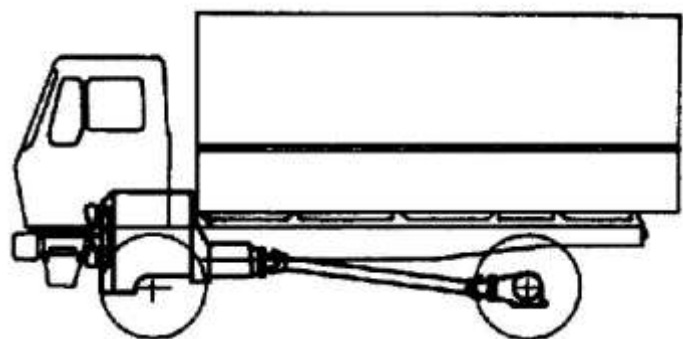
3-převodovka

4-kloubový hřídel

5-rozdělovací převodovka

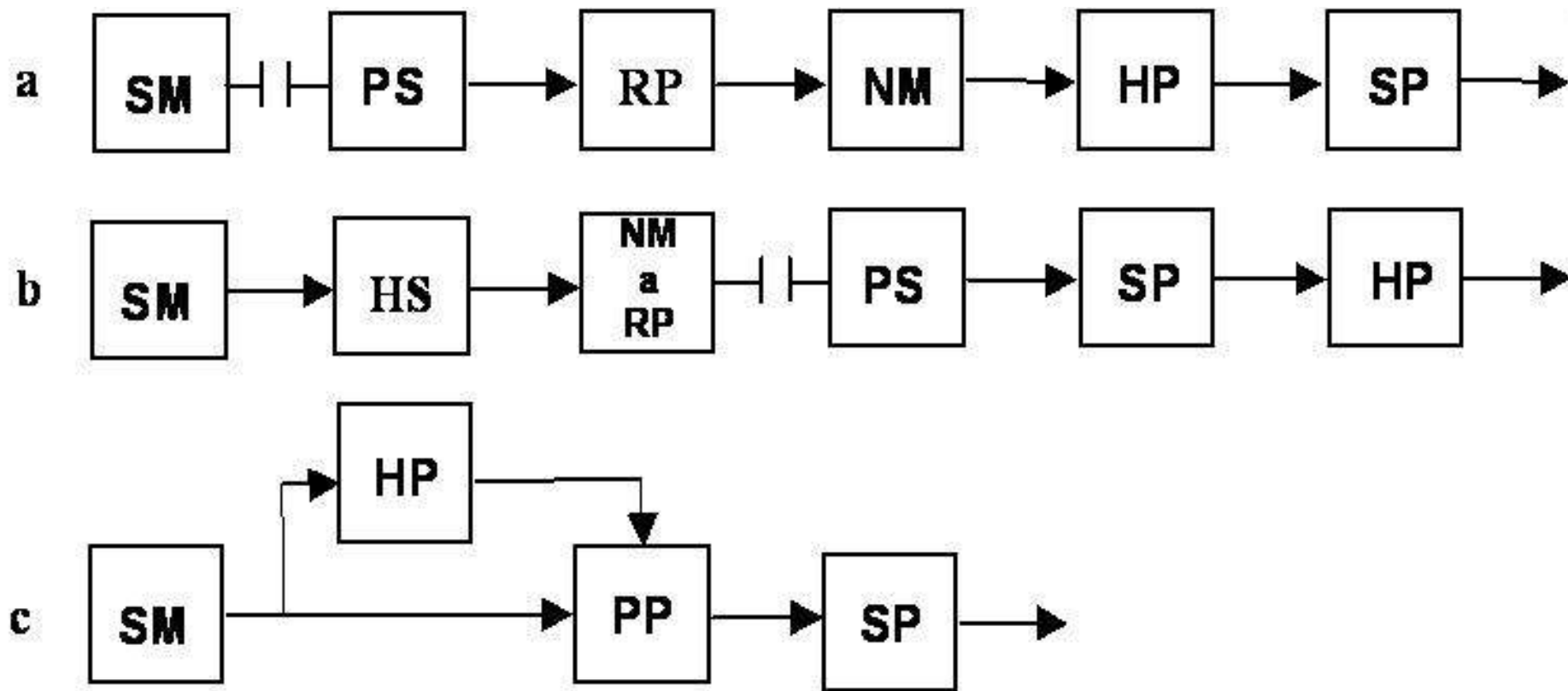
6-rozvodovka s diferenciálem





Koncepce převodových ústrojí

Traktor – převodová ústrojí pro změnu točivého momentu



a, mechanická

b, hydromechanická

c, CVT převodovka

Sklízecí mlátička – HYDROSTATICKÝ POHON

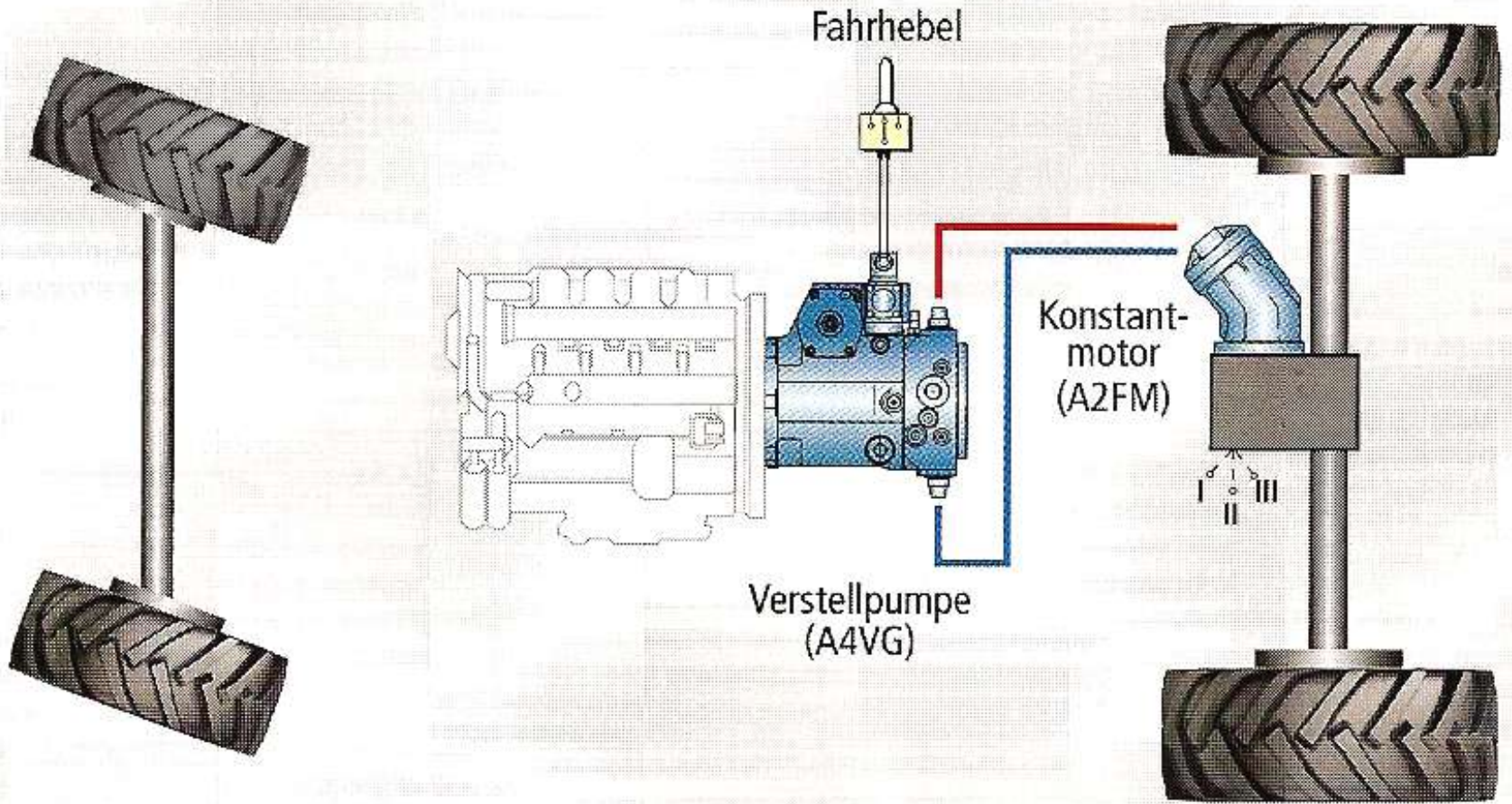


Lenkung

Bremse

Haspel

Fahrantreib



HYDROSTATICKÝ POHON

1-spalovací motor

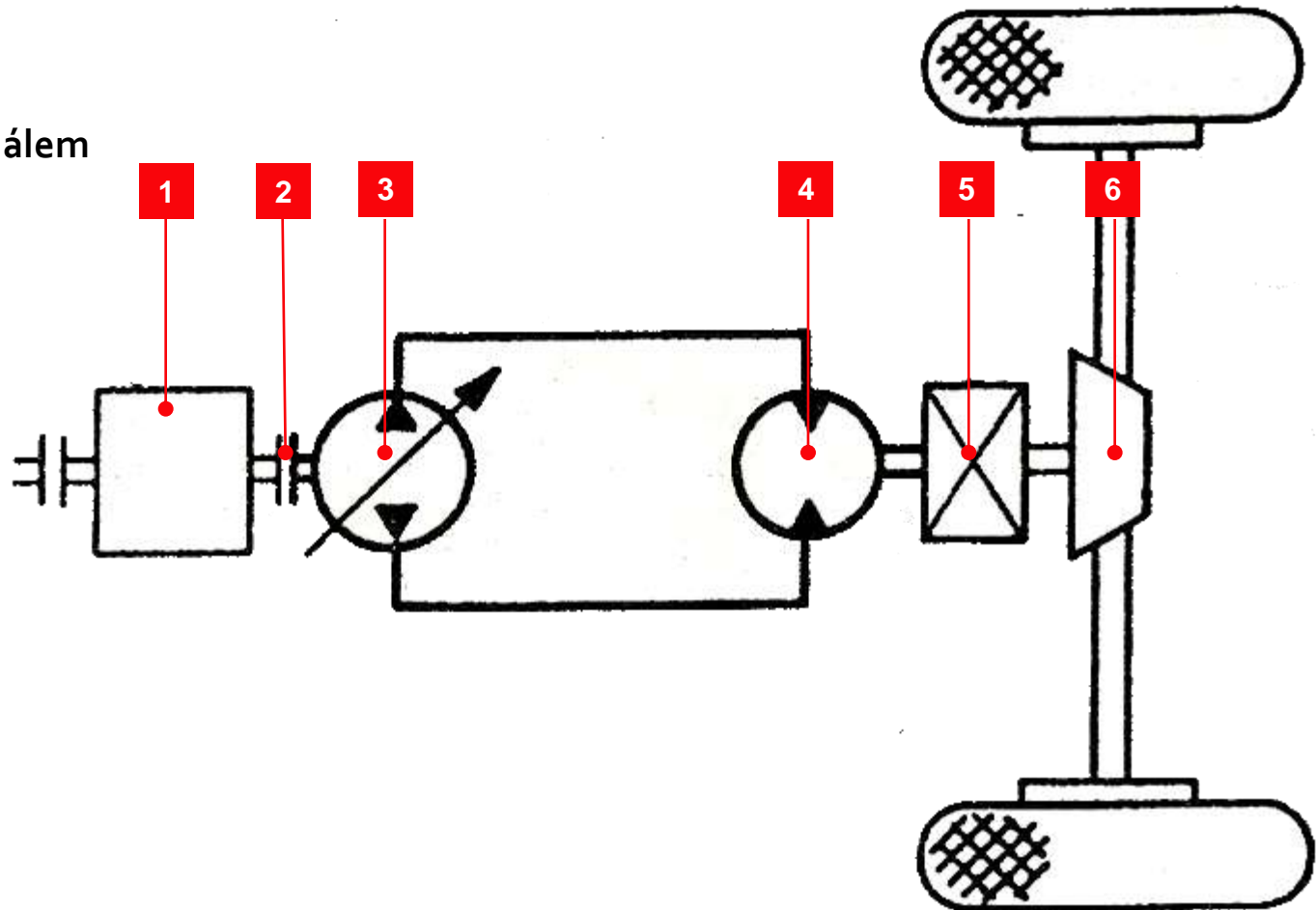
2-spojka

3-hydrogenerátor

4-hydromotor

5-převodovka

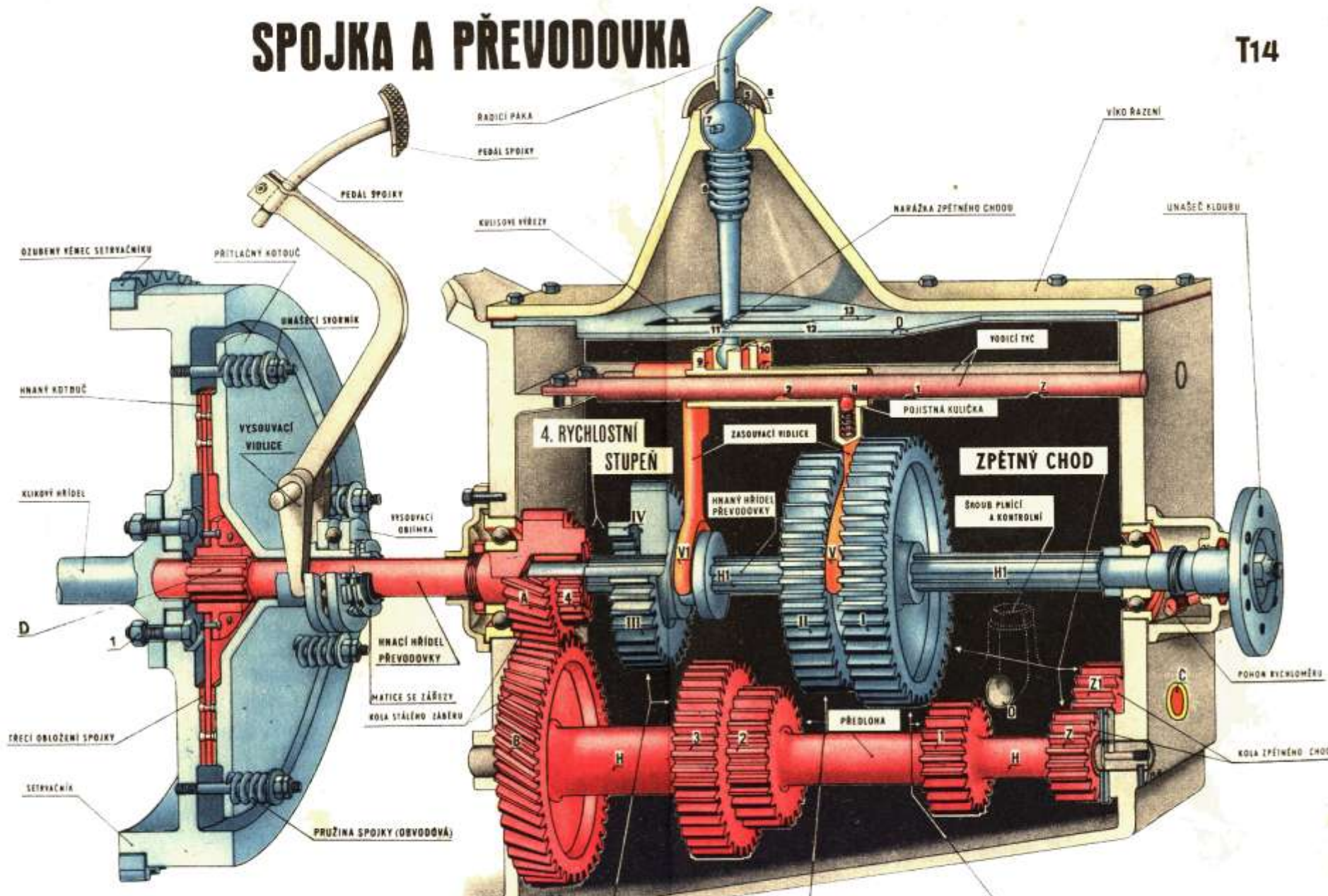
6-rozvodovka s diferenciálem



Mechanický přenos výkonu

SPOJKA A PŘEVODOVKA

T14



Spojky

Požadavek zařazení pojezdových spojek do převodových ústrojí vznikl v okamžiku, kdy bylo nutné krátkodobě přerušit točivý moment mezi motorem a převodovkou. Ještě dříve než se začaly používat převodovky, byly spojky nutné k rozjezdu a zastavení.

S rozvojem stupňovitých převodovek začaly plnit i další funkce spojené s :

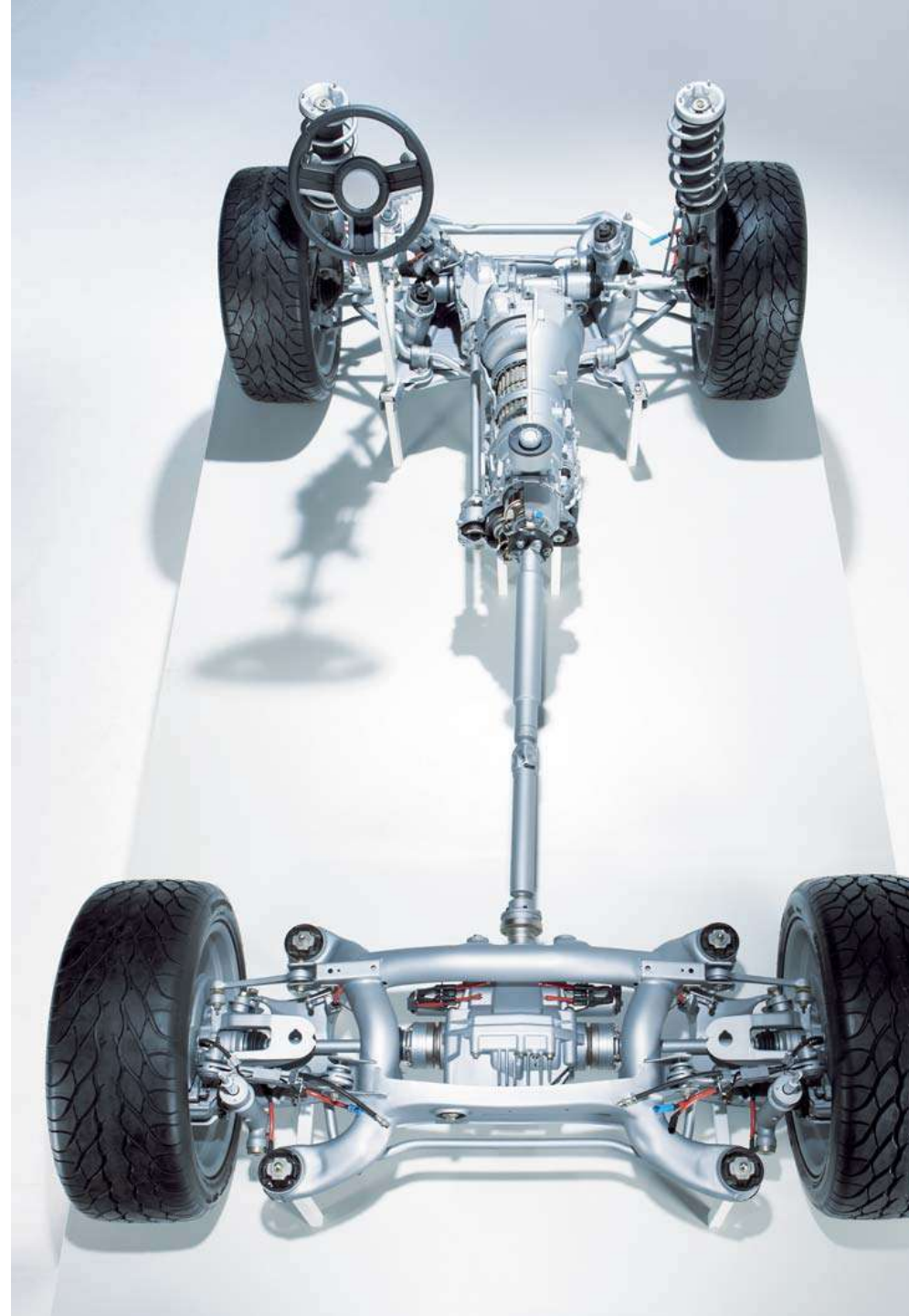
- tlumením torzních kmitů přenášených od motoru
- ochranou motoru resp. převodovky proti nadměrnému zatížení



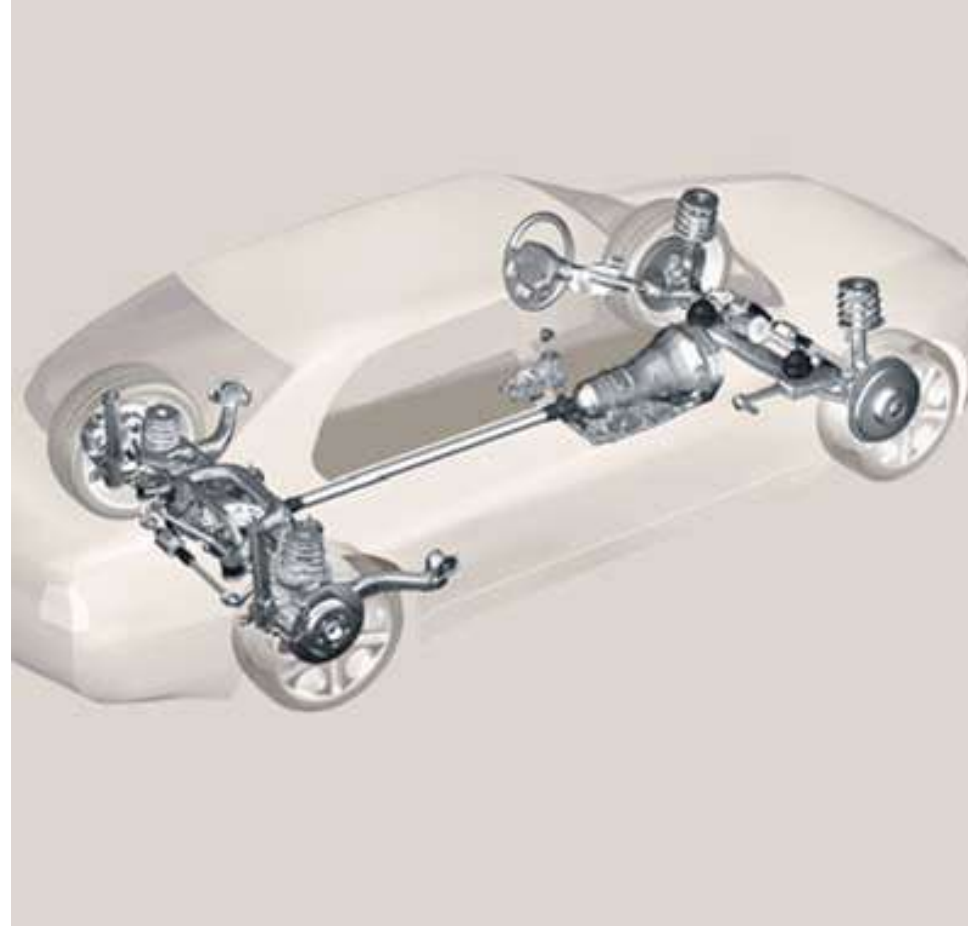
Spojka

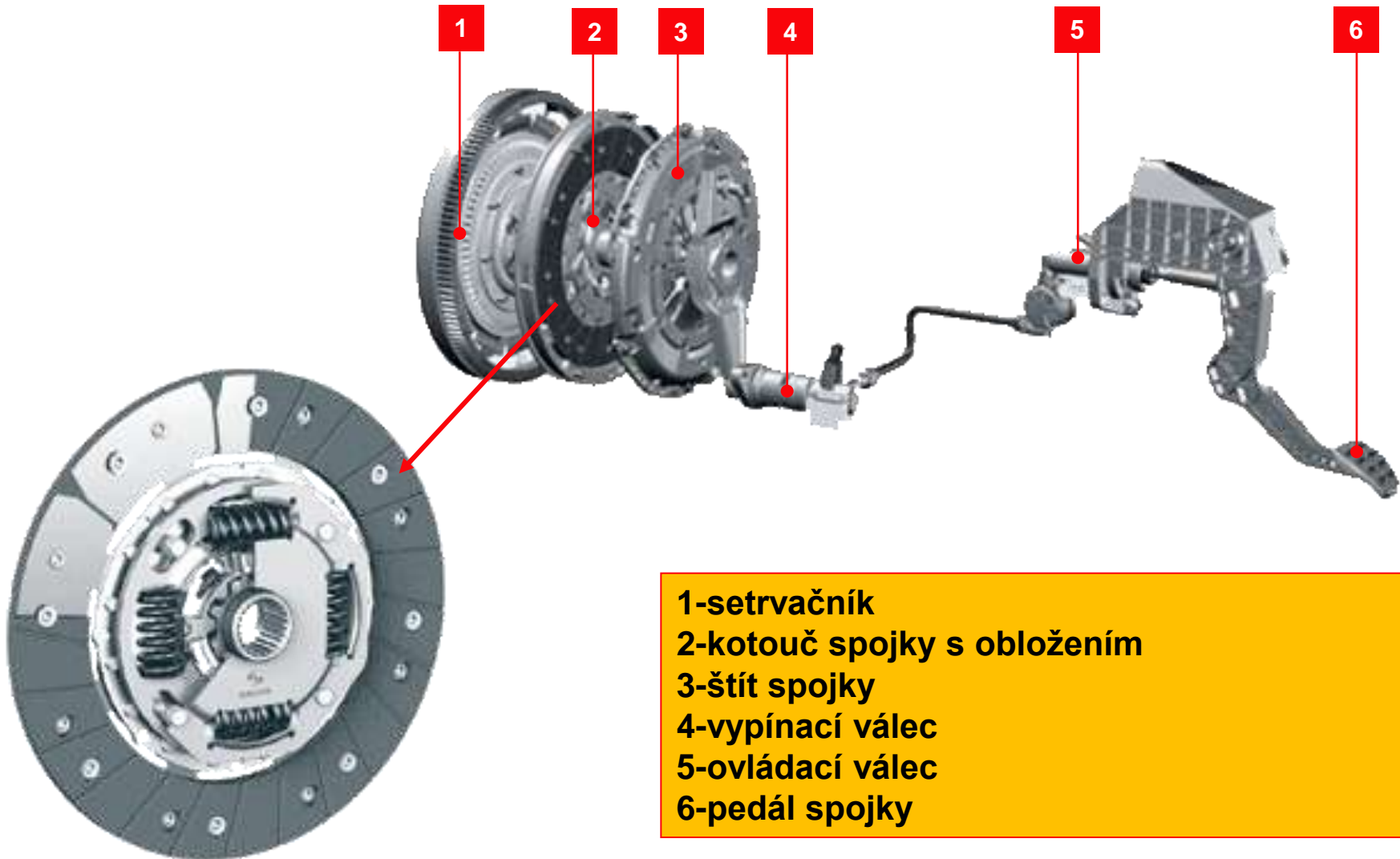
Konstrukce a provedení rozjezdové spojky motorového vozidla musí při její činnosti zabezpečit:

- ❑ **spolehlivý přenos točivého momentu** od motoru na hnací hřídel převodovky,
- ❑ **plynulý rozjezd vozidla** bez šubání a bez zbytečného prokluzu,
- ❑ **přenos většího momentu než je maximální točivý moment motoru** cca o 15-25%,
- ❑ **ovládání spojky malými silami**
Předpis omezuje maximální sílu pro ovládání spojky osobního automobilu do 150 N
- ❑ **nenáročnou obsluhu i údržbu a dlouhou životnost** (přes 100.000 kilometrů).

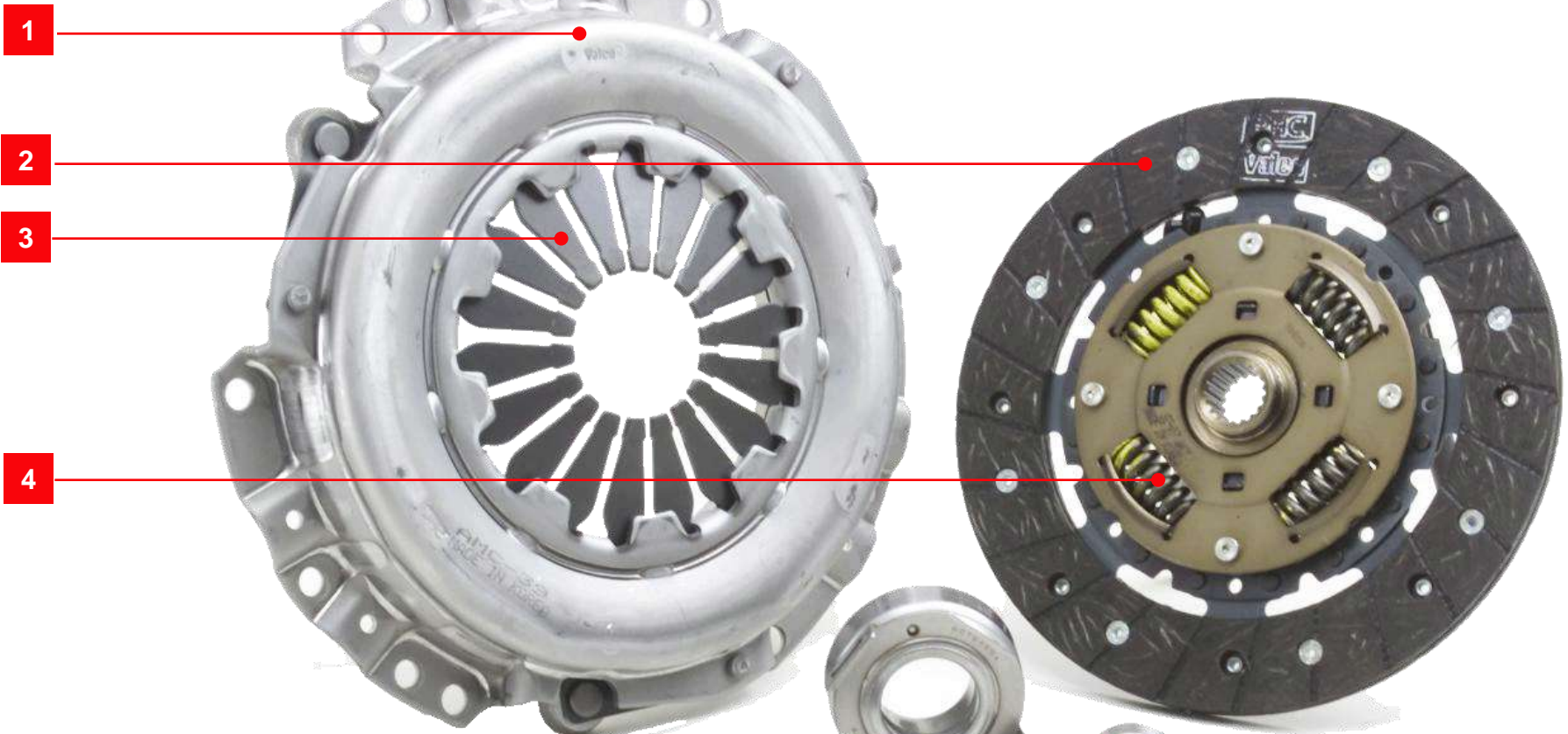


- ❑ Základní princip funkce pojezdových spojek spočívá v rychlém přerušení a opětovném spojení hnací a hnané části.
- ❑ Přitom jejich spojení probíhá prokluzováním jako důsledek vyrovnávání rozdílných otáček mezi hnacím hřídelem motoru a hnaným spojkovým hřídelem.
- ❑ Tento princip zajistí plynulé rozjíždění a řazení převodových stupňů bez přenosu rázů na výkon přenášející soukolí.





Kotoučová spojka



- 1-štit spojky
- 2-kotouč s obložením
- 3-membránová pružina
- 4-radiální pružiny

Lamelová spojka

Lamelovou spojku tvoří několik lamel.

Lamely jsou řazeny za sebou, střídavě spojené s hnací a hnanou částí prostřednictvím ozubení.

Při stlačení lamel dochází ke spojení hnací a hnané části. Osový pohyb umožňuje drážkové vedení lamel.

Přítlak je vyvozen tlakem oleje na píst, který stlačuje lamely k opěrné ploše.

Zpětný pohyb zajišťuje vratná pružina.

Konstrukce a uspořádání spojky dovoluje přenos velkých točivých momentů, použití v prostoru omezeném velikostí a také zapojování do automatických uzlů.



Lamelová spojka (rozjezd)

Ovládání pomocí
membránové pružiny



Převodovky

Velmi široké spektrum konstrukčních provedení traktorových převodovek vyžaduje jejich rozdělení podle základních hledisek.

Podle způsobu přenosu výkonu:

- mechanické

- hydraulické (hydrodynamické)

- kombinované (diferenciální hydrostatické)

- elektrické

Podle změny převodového poměru:

- se stupňovitou změnou

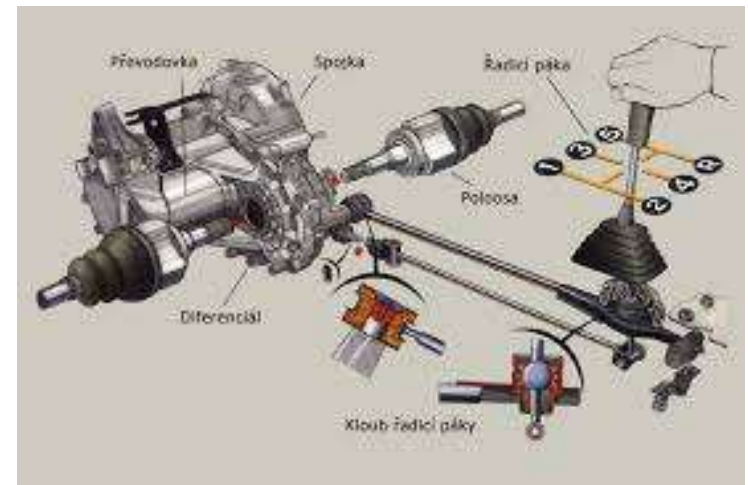
- s plynulou změnou

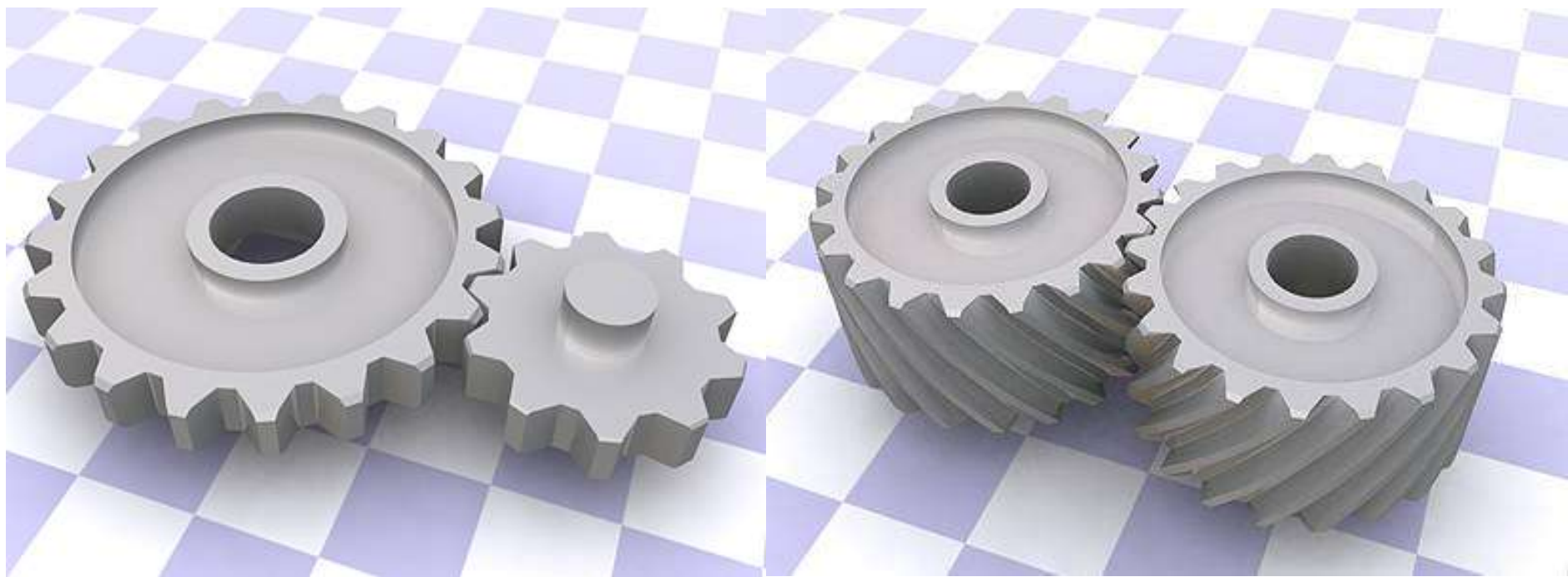
Podle způsobu řazení převodových stupňů:

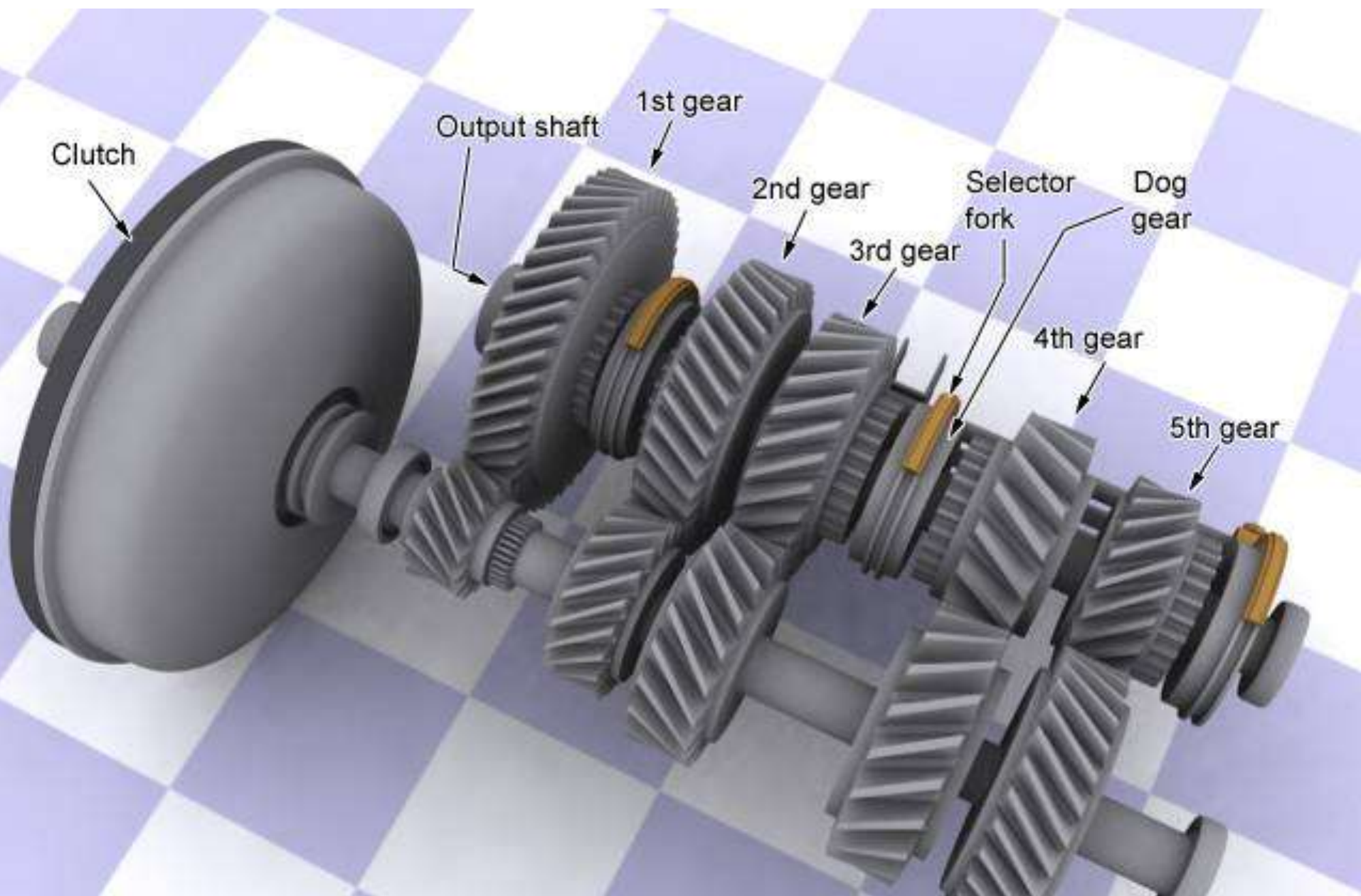
- s manuálním řazením

- s poloautomatickým řazením

- s automatickým řazením





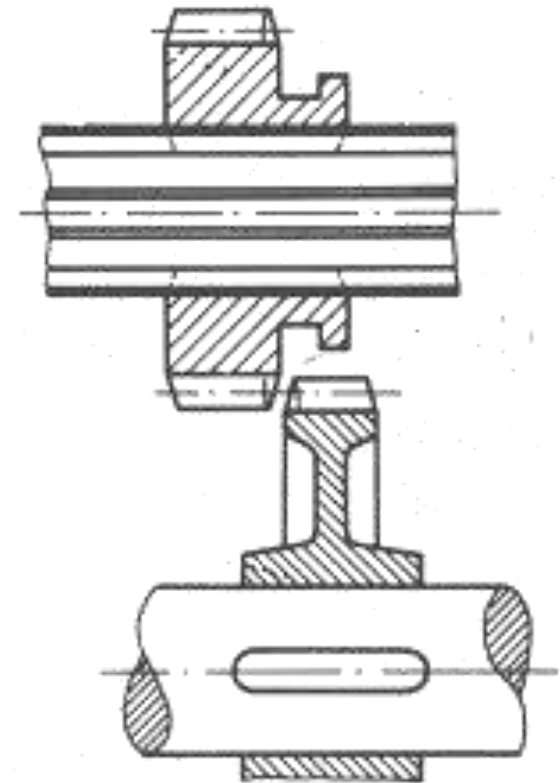
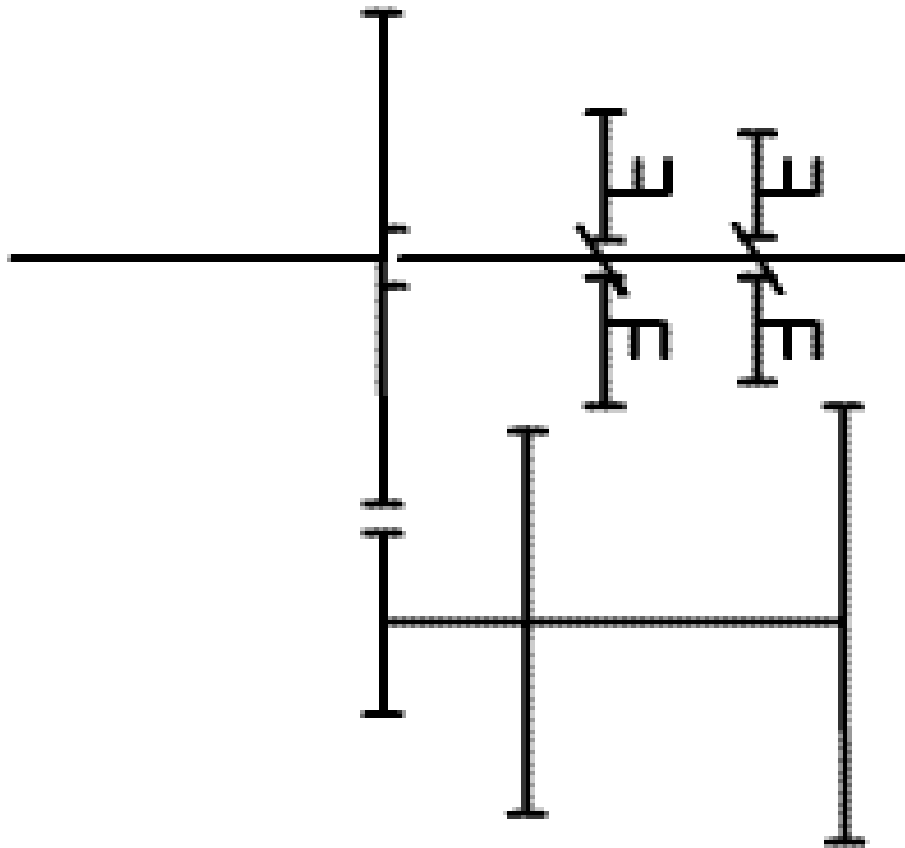


Druhy převodovek s ozubenými koly

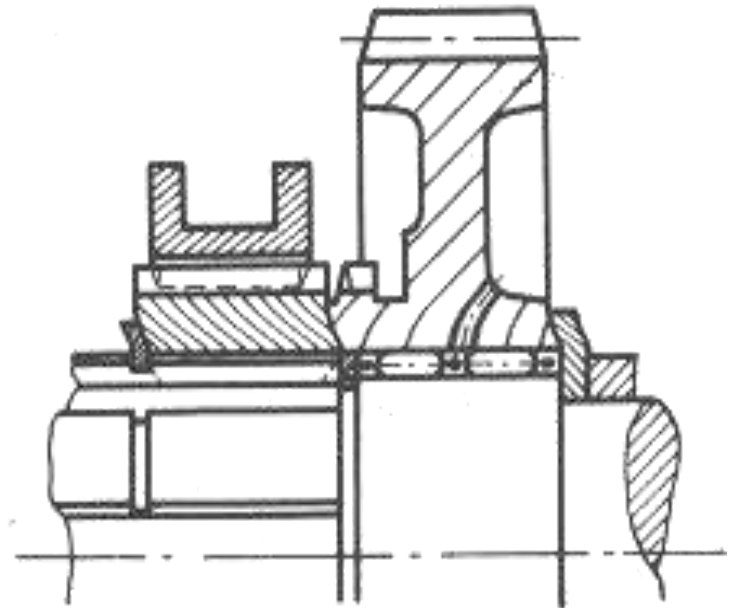
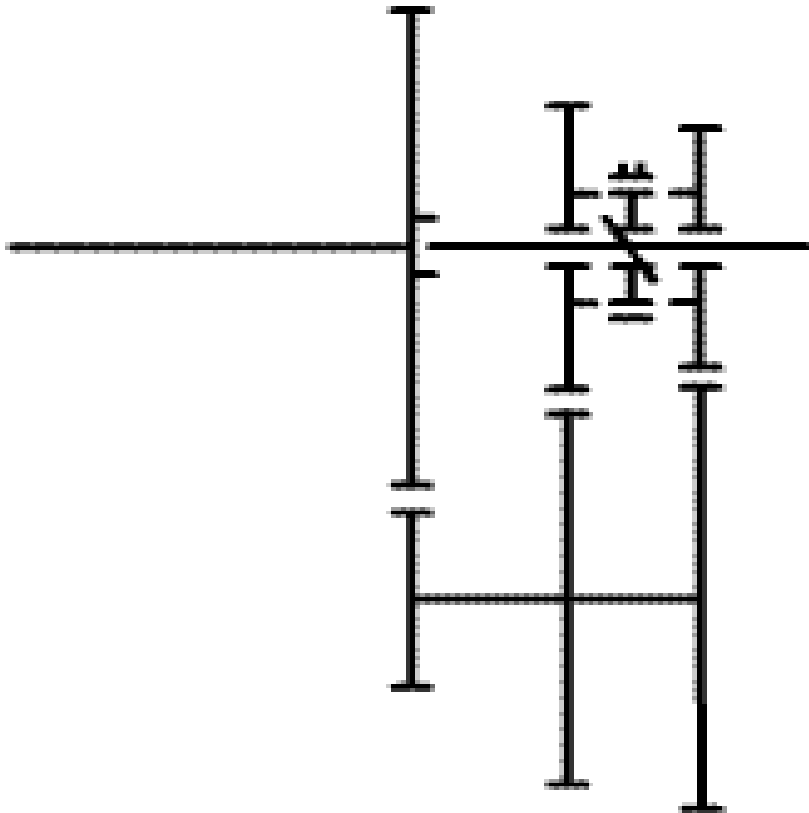
- převodovky s čelními ozubenými koly
-bez synchronizace
- převodovky s čelními ozubenými koly,
-se synchronizací
- převodovky planetové



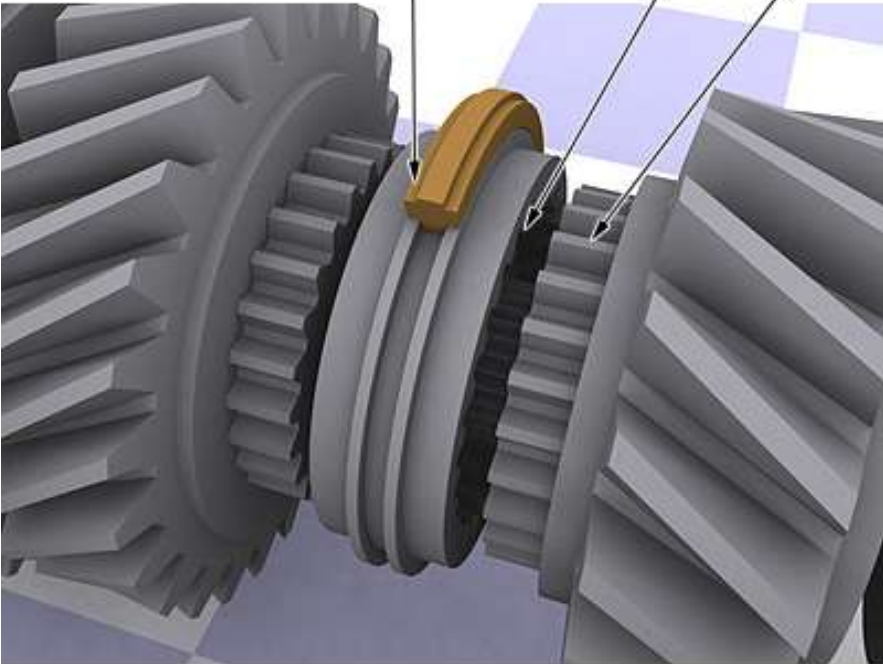
Řazení přesunem ozubeného kola



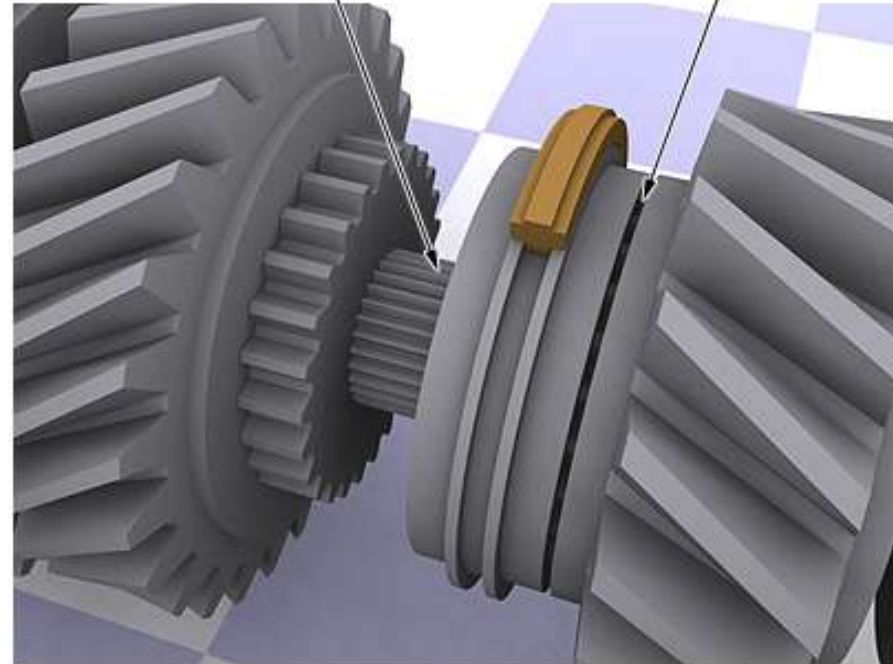
Řazení zubovou spojkou



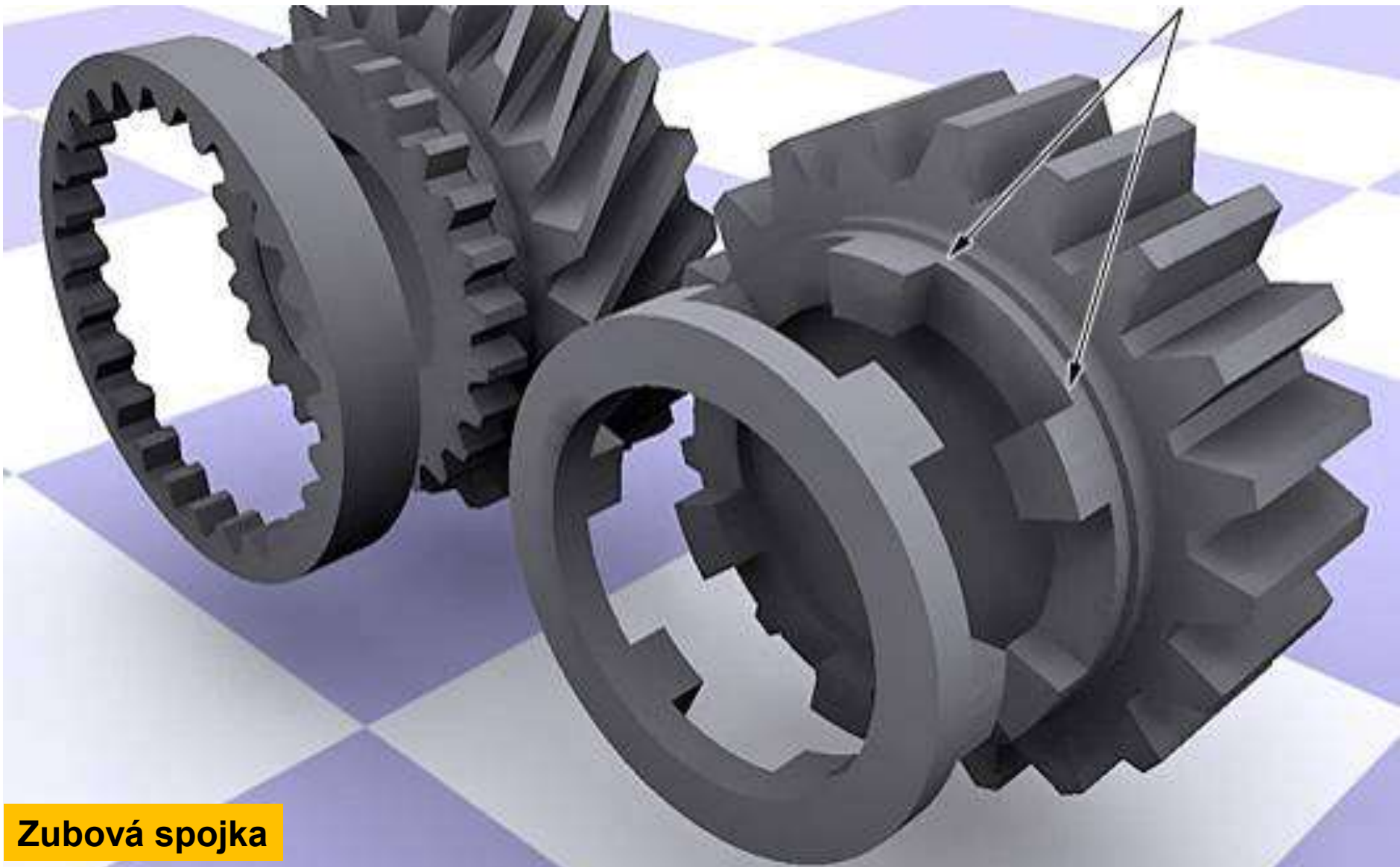
Dog gear
Dog teeth
(on inside
of dog gear)
Dog teeth
(on front
of fourth
spline gear)



Selector fork slides dog gear backwards
on splined shaft so that dog teeth engage.

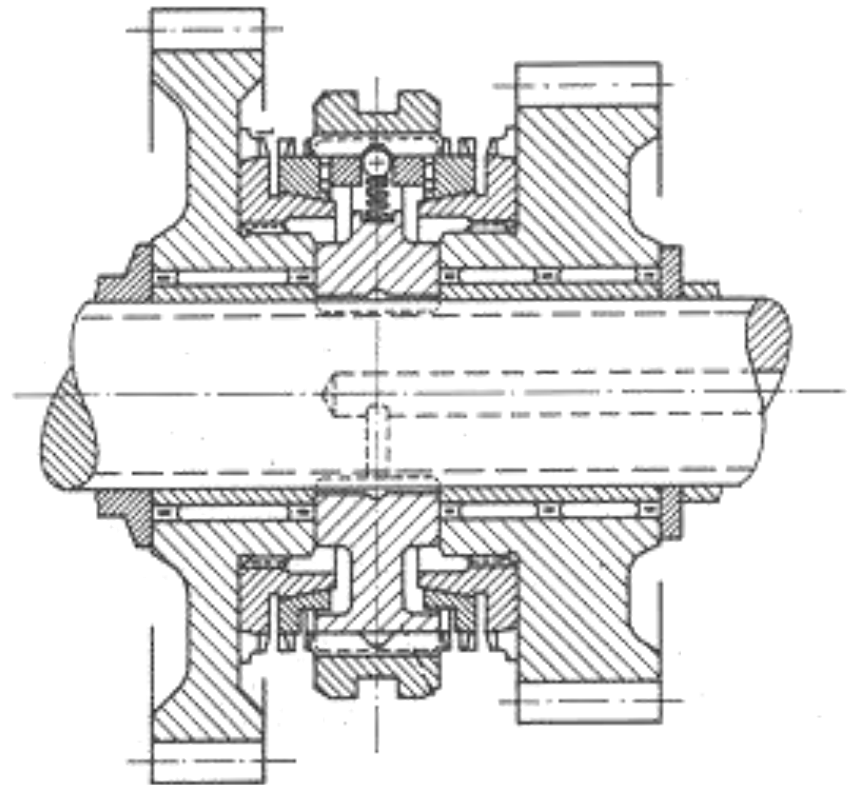
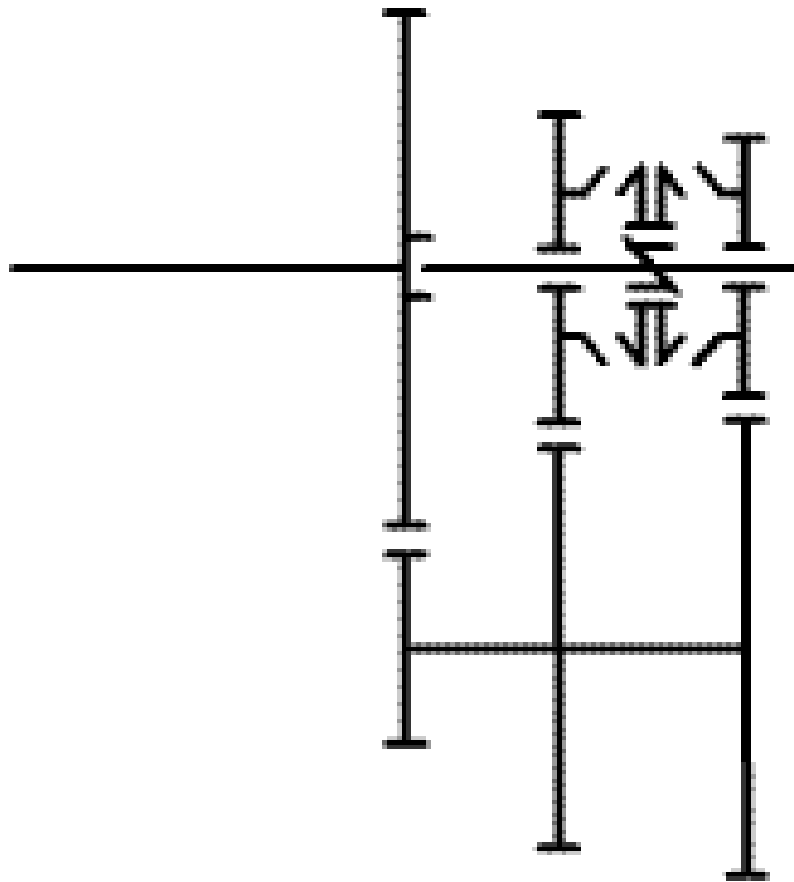


Zubová spojka

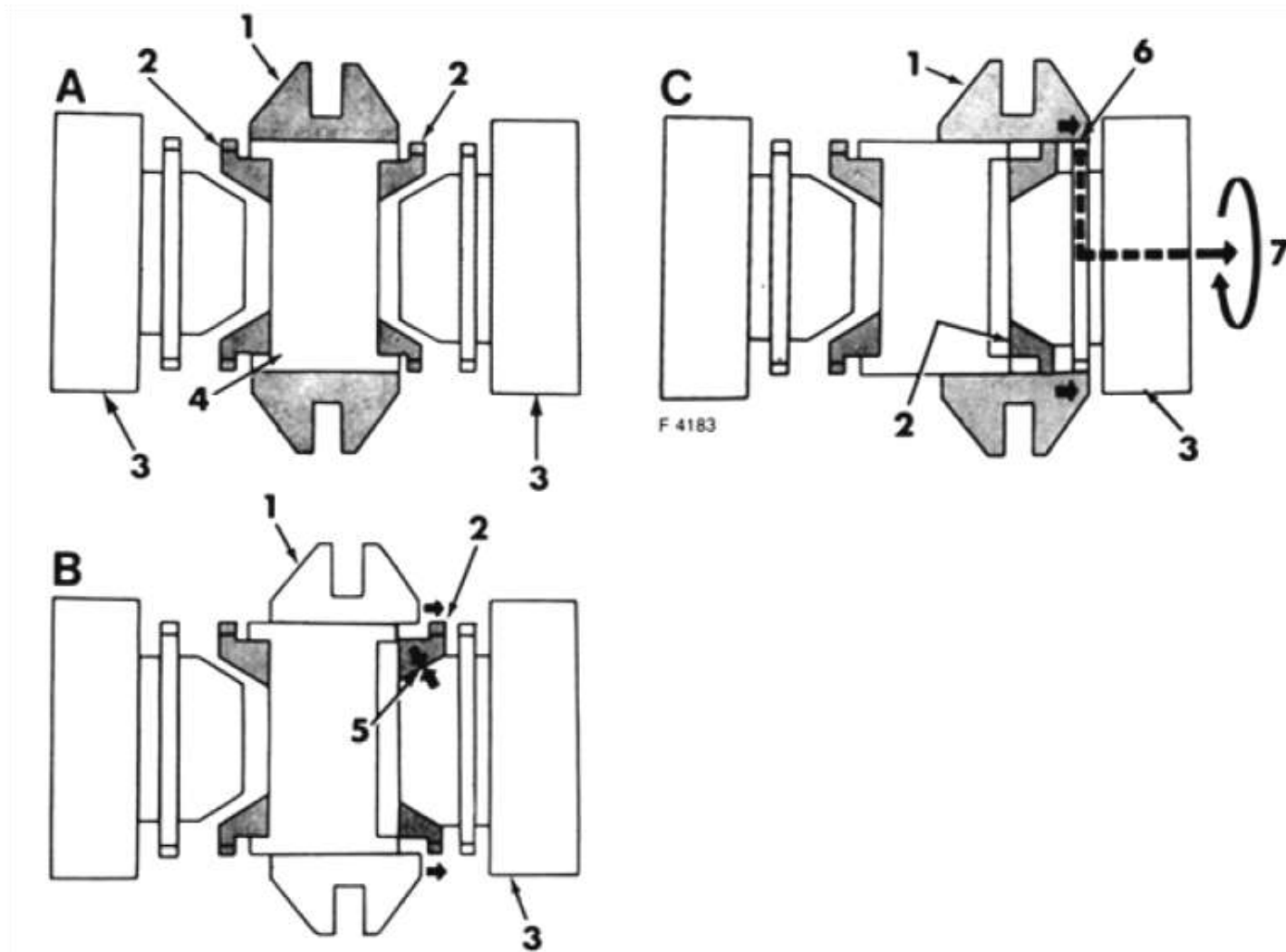


Zubová spojka

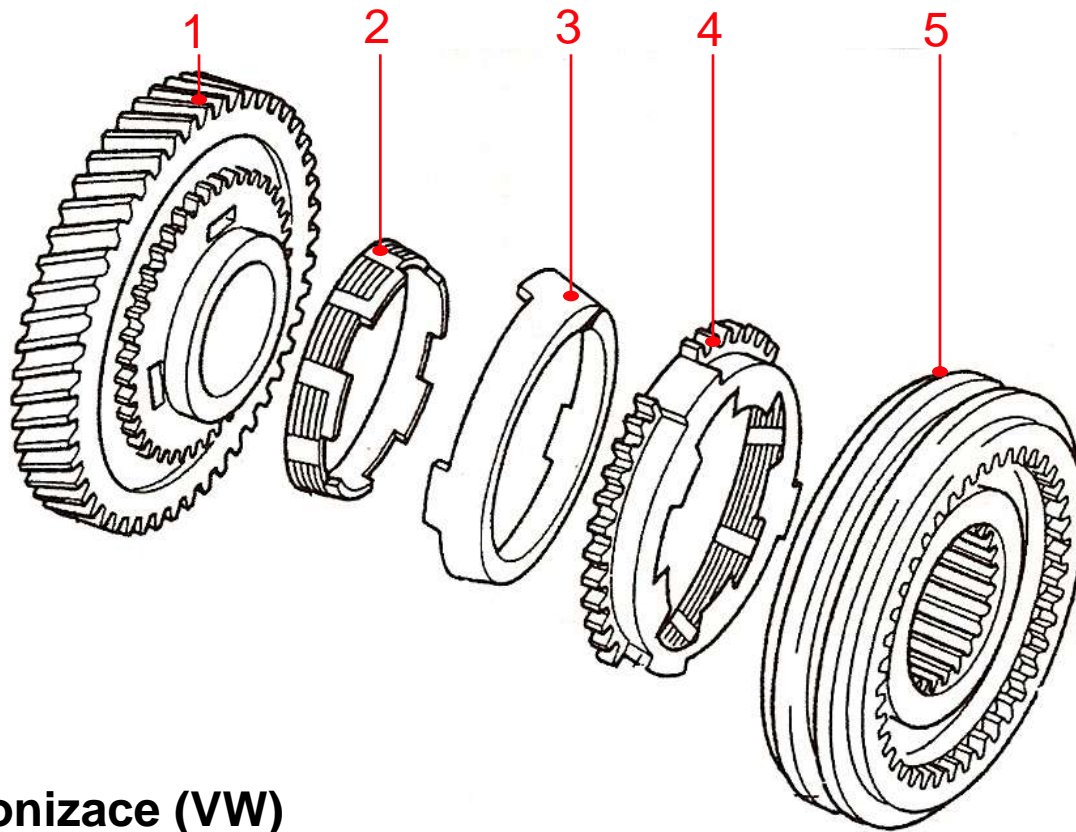
Řazení synchronizační spojkou



Řazení synchronizační spojkou



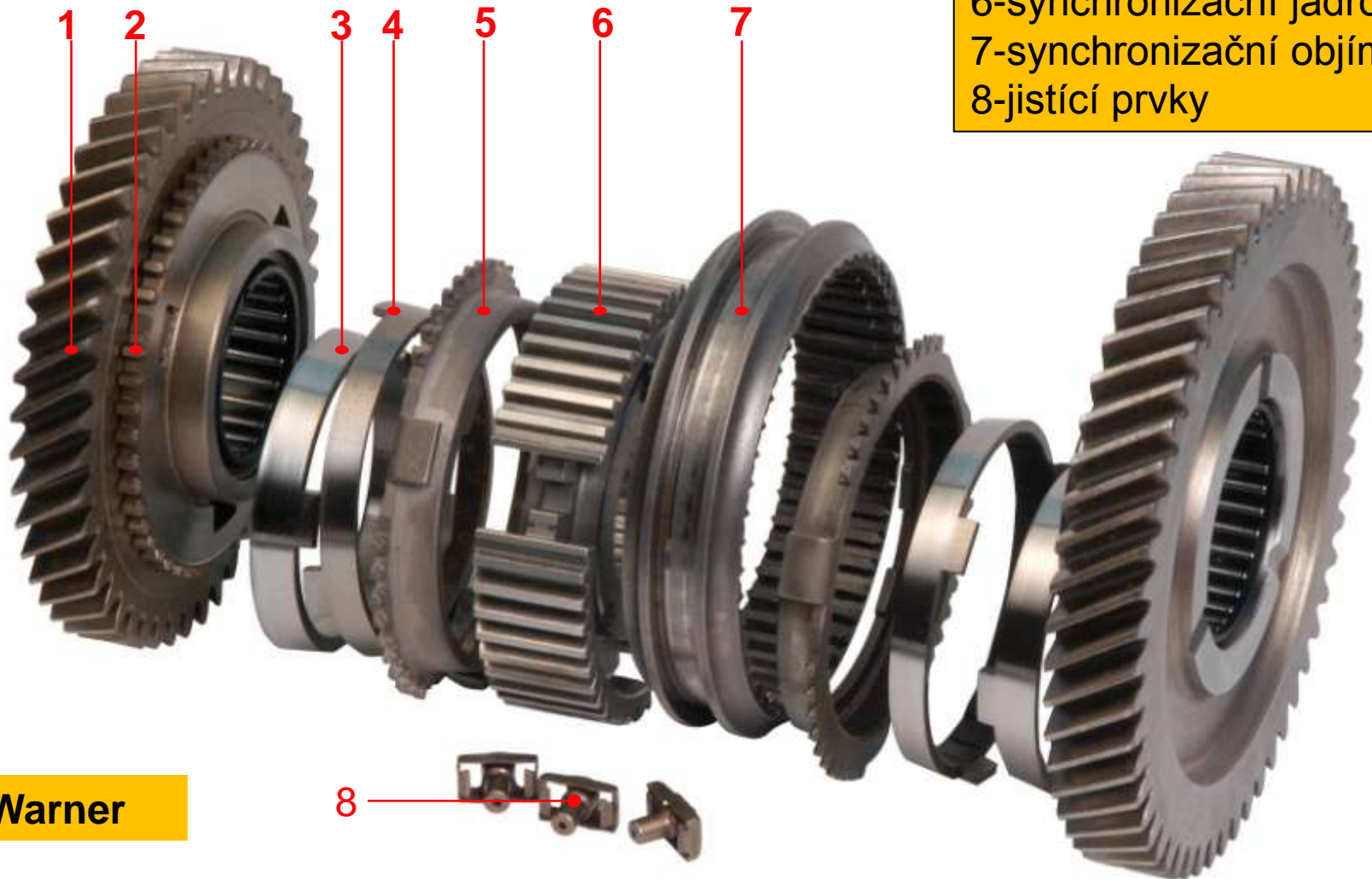
Řazení synchronizační spojkou



Dvojitá synchronizace (VW)

1-ozubené kolo rychlostního stupně, 2-vnitřní synchronizační kroužek, 3-vnější prsteneček, 4-vnější synchronizační kroužek, 5-synchronizační vložka s řadící objímkou

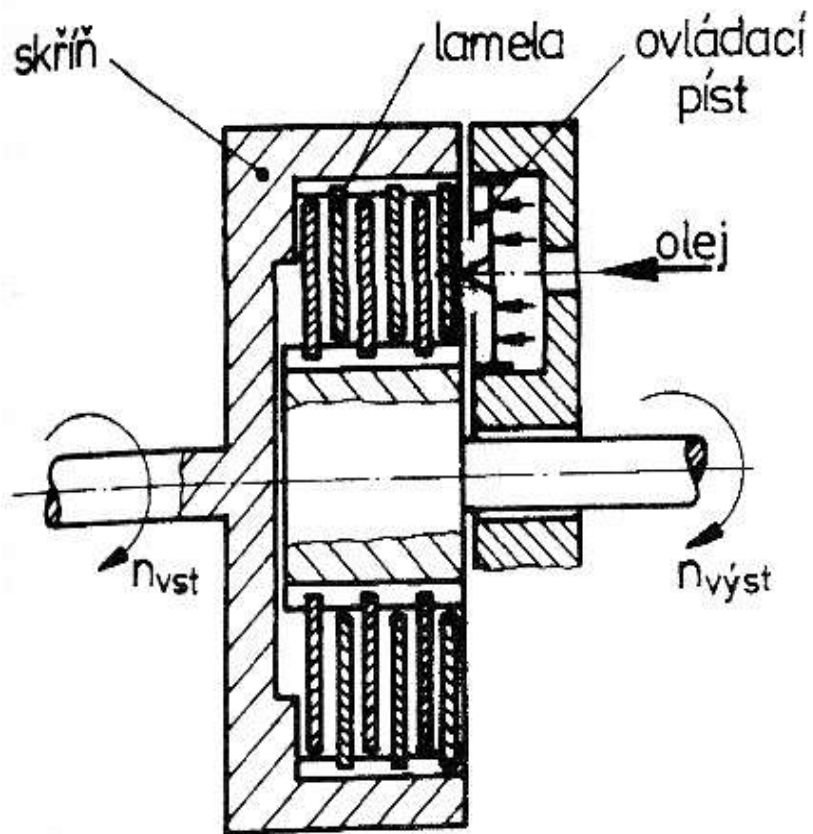
- 1-převodové kolo
- 2-unášecí ozubení
- 3-vnitřní prsteneček
- 4-vnější prsteneček
- 5-synchronizační kroužek
- 6-synchronizační jádro
- 7-synchronizační objímka
- 8-jistící prvky



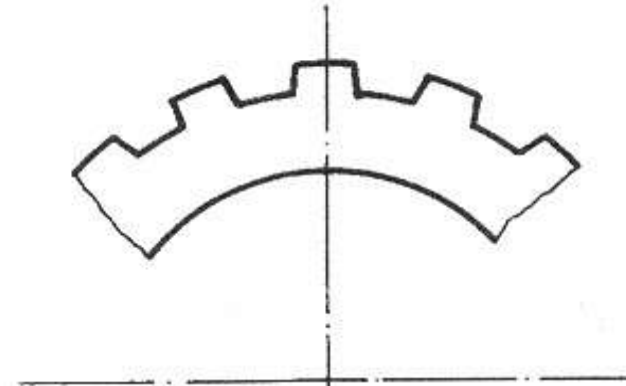
Borg-Warner



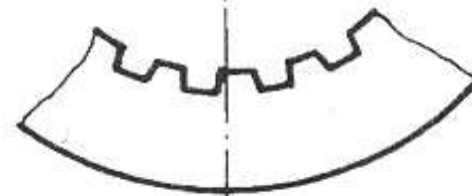
Řazení lamelovou spojkou



lamela s vnějším ozubením

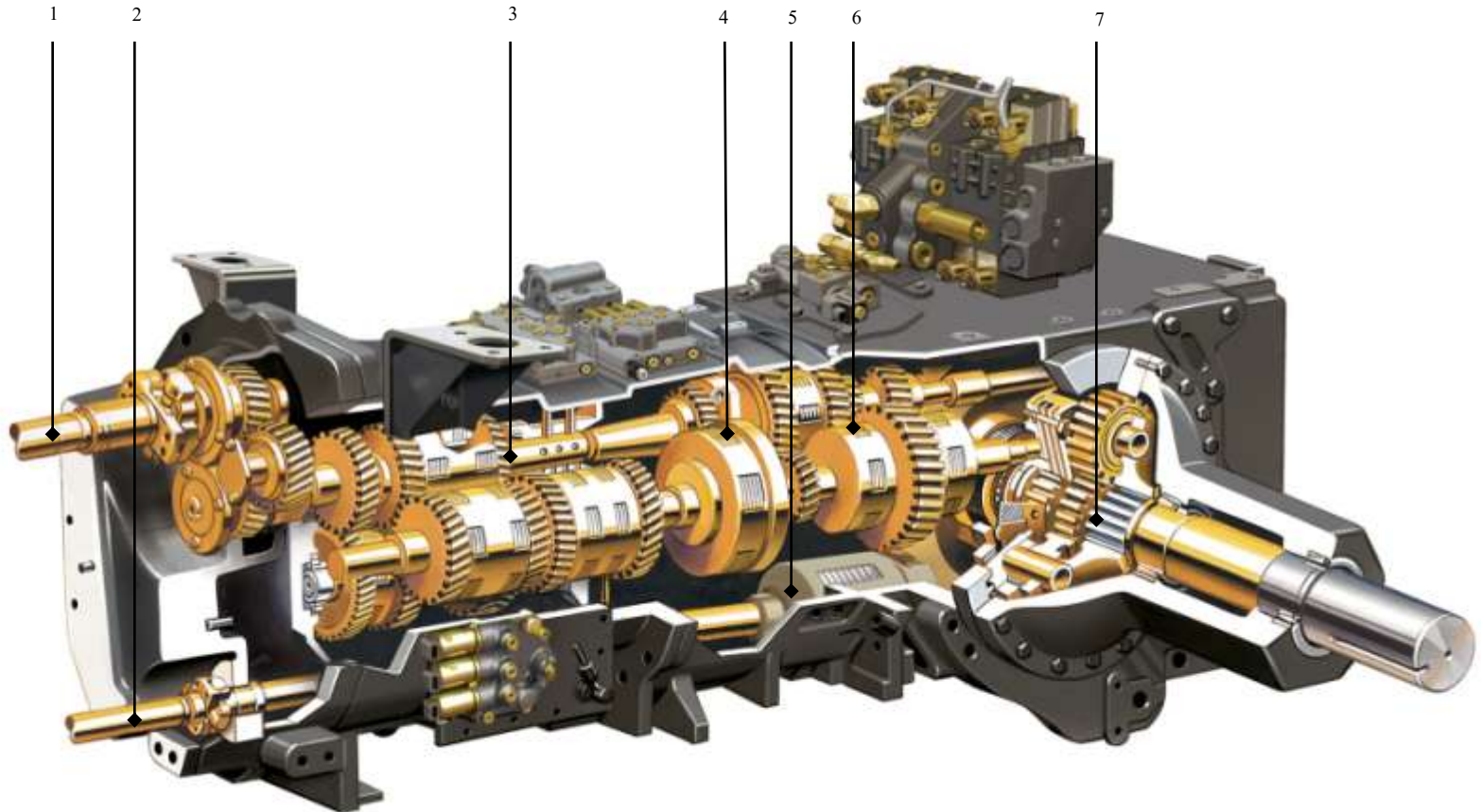


lamela s vnitřním ozubením



Moderní traktorová převodovka Full Powershift 18/4 rychlostními stupni :

1-pohon od motoru, 2-pohon přední nápravy, 3-hlavní převodovka, 4-pojezdová spojka, 5-spojka pro pohon přední nápravy, 6-skupinová převodovka, 7-koncový převod



Hydrostatické pohony

Hydraulika a hydraulické mechanismy

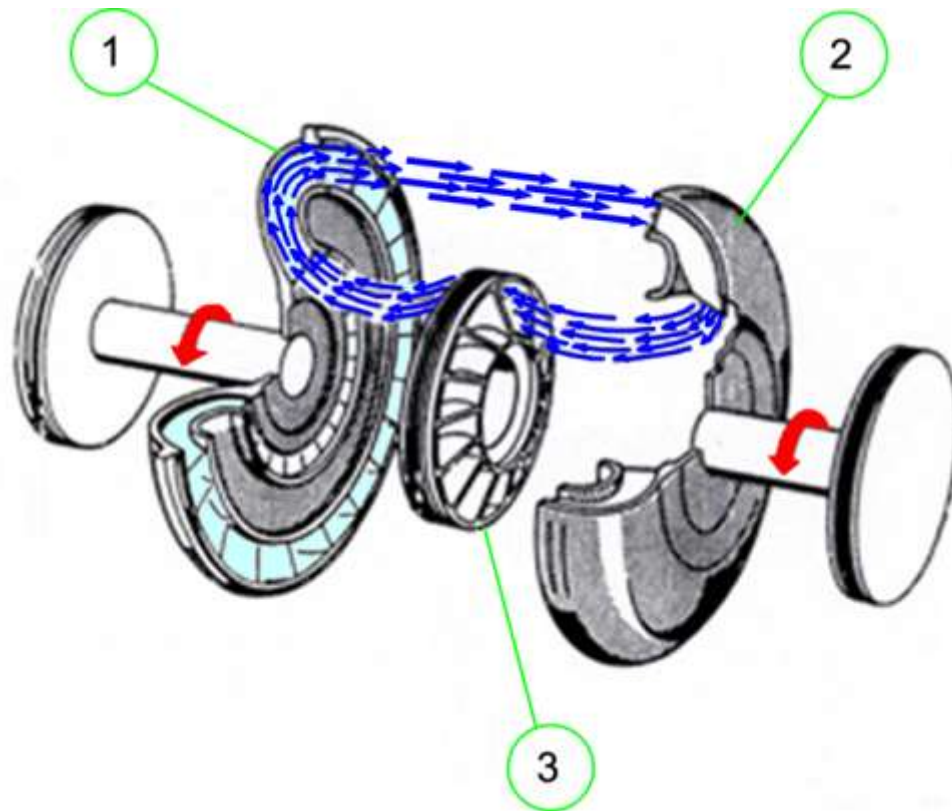
Slovo **hydraulika** je řeckého původu, a vyjadřuje vše o mechanice kapalin. Z technického hlediska jsou pro nás nejdůležitější dvě základní skupiny hydraulických mechanismů, které využívá kapaliny nebo jiných látek v tekutém stavu k přenosu energie mezi hnacím a hnaným členem.

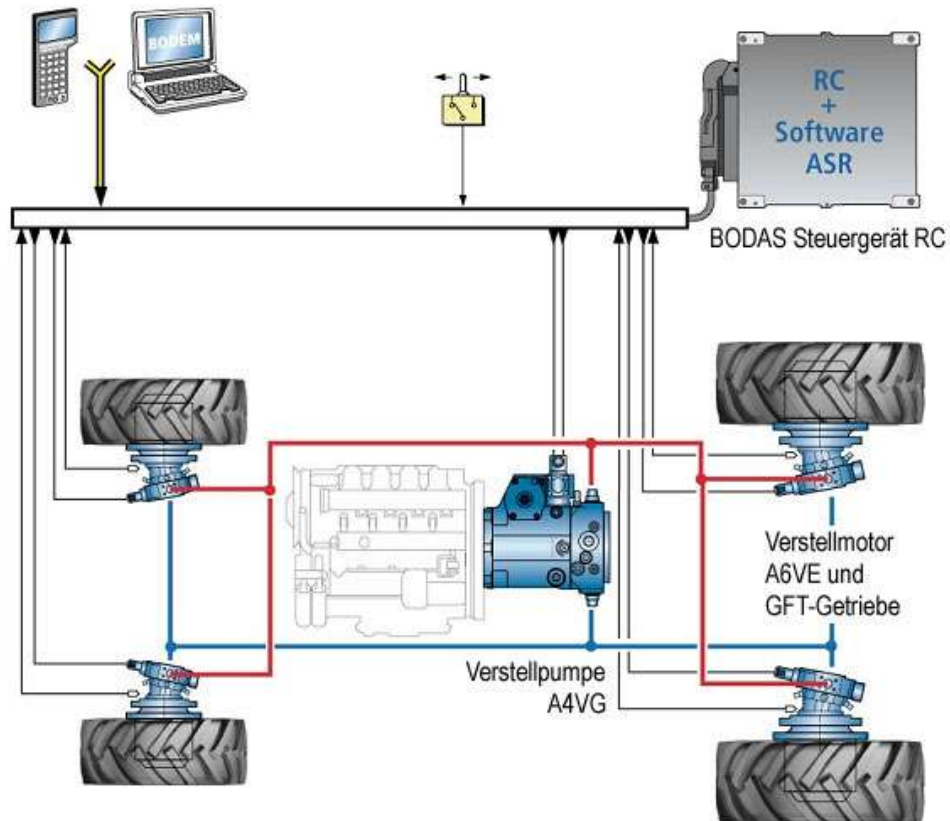
- hydrodynamické mechanismy,
- hydrostatické mechanismy.

Hydrodynamické mechanizmy využívají k přenosu výkonu pohybové (kinetické) energie kapaliny. Patří sem např. hydraulické spojky a hydrodynamické měniče momentu.

Hydrostatické mechanizmy používá k přenosu výkonu nebo informace (signálu) tlakové energie kapaliny. Patří sem většina kapalinových mechanismů umístěných v konstrukci motorových vozidel, např. pohony sklízecích mlátiček, řezaček, traktorů, brzdové mechanizmy atd.

HYDRODYNAMICKÝ MĚNIČ





Hydrostatický mechanismus

Formy energie přenášené kapalinou

Energie v elementu proudící kapaliny je dána součtem energií polohové, tlakové, deformační, kinetické a tepelné.

$$W = W_h + W_p + W_k + W_T$$

W_h – energie polohová (vodní elektrárny, čerpadla..)

W_p – energie tlaková (hydrostatické mechanismy)

W_k – energie kinetická (hydrodynamické mechanismy)

W_T – energie tepelná (nedá se využít a roste na úkor „užitečných energií“)

Formy energie přenášené kapalinou

Příklad:

$$V = 1 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

$$v = 30 \text{ m/s}$$

$$p = 35 \text{ MPa}$$

$$W = W_h + W_p + W_k + W_T$$

$$W_k = \frac{1}{2} * m * v^2 = 405 \text{ J}$$

$$W_p = p * V = 35000 \text{ J}$$

Hydrostatické mechanizmy mají celou řadu specifických vlastností, pro které jsou v široké míře používány v široké škále strojů a zařízení. K jejich výhodám zejména patří:

- ❑ možnost přenosu energie (sil a momentů) poměrně jednoduchým způsobem na vzdálenosti řádově desítek metrů s vyhovující účinností a při libovolném prostorovém uspořádání hydrogenerátorů a hydromotorů;
- ❑ snadné řízení parametrů (tlak, průtok, otáčky, rychlost, moment, výkon) v širokém regulačním rozsahu
- ❑ jednoduchá ochrana proti přetížení (do obvodu je podle potřeby zařazen jeden nebo více pojistných ventilů);
- ❑ malá citlivost na přetížení - hydromotor může být při plném zatížení zastaven bez jeho poškození na libovolnou dobu; snadný odvod tepla pracovní kapalinou mechanismu;
- ❑ možnost vytvářet celou řadu různých struktur mechanismů s použitím malého počtu druhů hydraulických prvků;

Hydraulické mechanismy mají však také své nevýhody, které je při jejich využívání nutno respektovat. Jsou to zejména :

- ❑ relativně velké ztráty při přenosu energie a z toho plynoucí nižší účinnost než u přenosu energie mechanicky;
- ❑ vysoké požadavky na přesnost geometrických tvarů součástí a na minimální vůle mezi vzájemně se pohybujícími součástmi.
- ❑ choulostivost na nečistoty obsažené v hydraulické kapalině (nečistoty se jednak v kapalině vytvářejí během provozu především vlivem tepelného i chemického zatěžování a stárnutí, jednak se do kapaliny dostávají otěrem součástí a z okolního prostředí) nebezpečí nečistot je tím vyšší, čím užší tolerance byly u pohyblivých součástí dodrženy;
- ❑ závislost vlastností mechanismu na vlastnostech kapaliny - např. se změnou teploty se mění viskozita kapaliny, která má zásadní vliv na velikost průtoku netěsnostmi
- ❑ hořlavost a chemické vlastnosti kapalin (zejména ropného původu),

Základní parametry hydrostatických mechanismů

Průtok

$$Q = V_q * n$$

Síla

$$F = p * S$$

Hydraulický výkon

$$P = Q * p = V_q * n * p$$

Základní parametry hydrostatických mechanismů

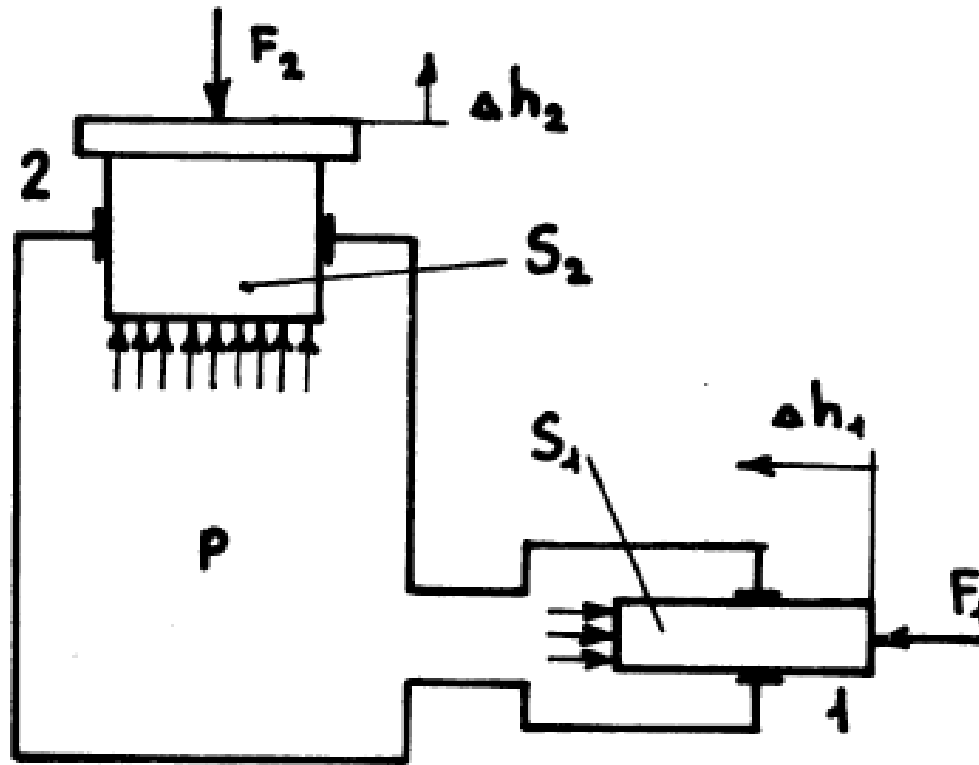
Točivý moment

$$P = P_e$$

$$V_q * n * p = M_k * \omega$$

$$M_k = \frac{V_q * n * p}{\omega} = \frac{V_q * p}{2 * \pi}$$

Základní parametry hydrostatických mechanismů



$$\begin{aligned} F_1 &= 1 \text{ kN} \\ d_1 &= 20 \text{ cm} \\ d_2 &= 50 \text{ cm} \\ h_1 &= 20 \text{ cm} \\ h_2 &= ? \\ F_2 &= ? \end{aligned}$$

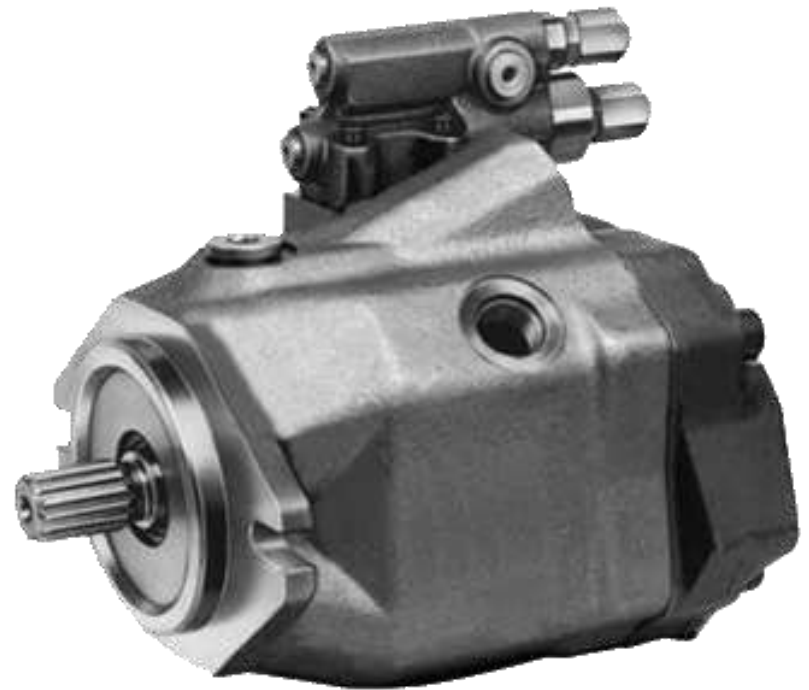
Vypočítejte spotřebu paliva za hodinu provozu hydrogenerátoru podle těchto parametrů:

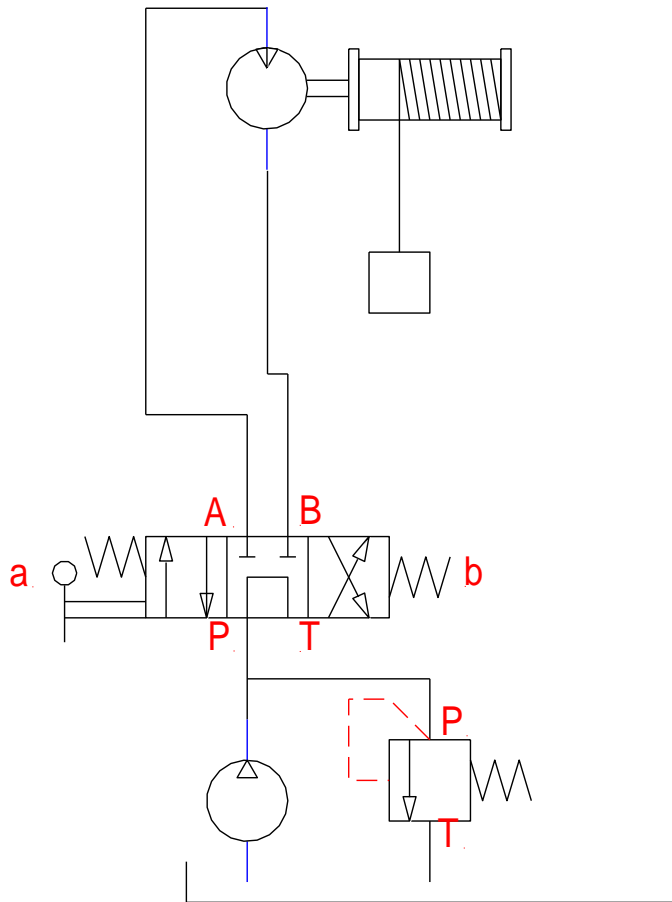
$$V_q = 50 \text{ cm}^3$$

$$n_{\text{generátoru}} = 1000 \text{ min}^{-1}$$

$$p = 10 \text{ Mpa}$$

$$m_{pe} = 250 \text{ g/kW.h}$$





Zvedací mechanismus tvoří otevřený hydraulický obvod. Vaším úkolem je vypočítat následující parametry při zanedbání ztrát v hydraulické soustavě a jejich komponentech. Na navíjecí buben se navine lano o délce 10 m. Hmotnost zátěže je 100 kg.

Vypočítejte:

p -tlak v hydraulické soustavě

v -rychlost zvedání závaží

t -čas zvedání

P -výkon hydrogenerátoru

n -kolikrát se bude muset navíjecí buben otočit

Při těchto zadaných parametrech:

D -průměr navíjecího bubnu = 15 cm

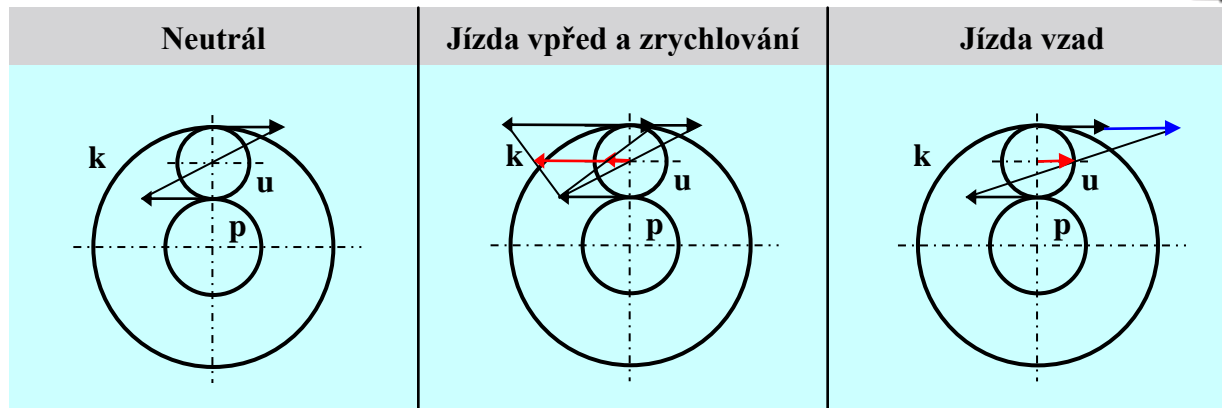
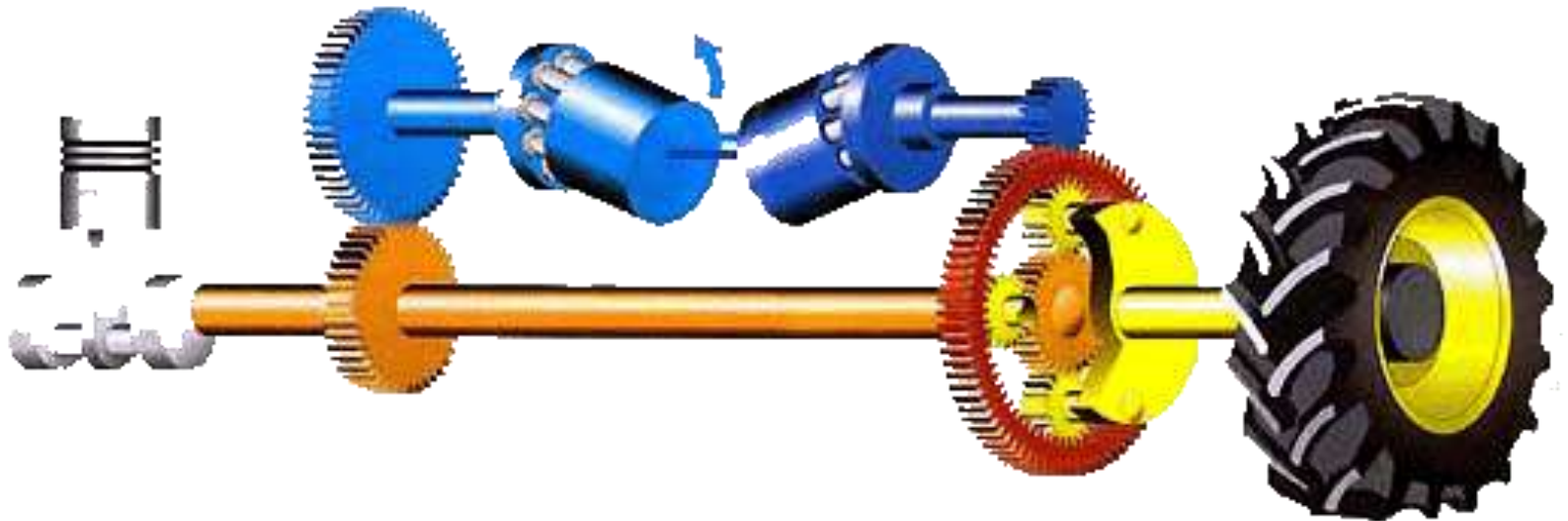
V_g - hydromotoru = 10 cm³

m -hmotnost zátěže = 100 kg

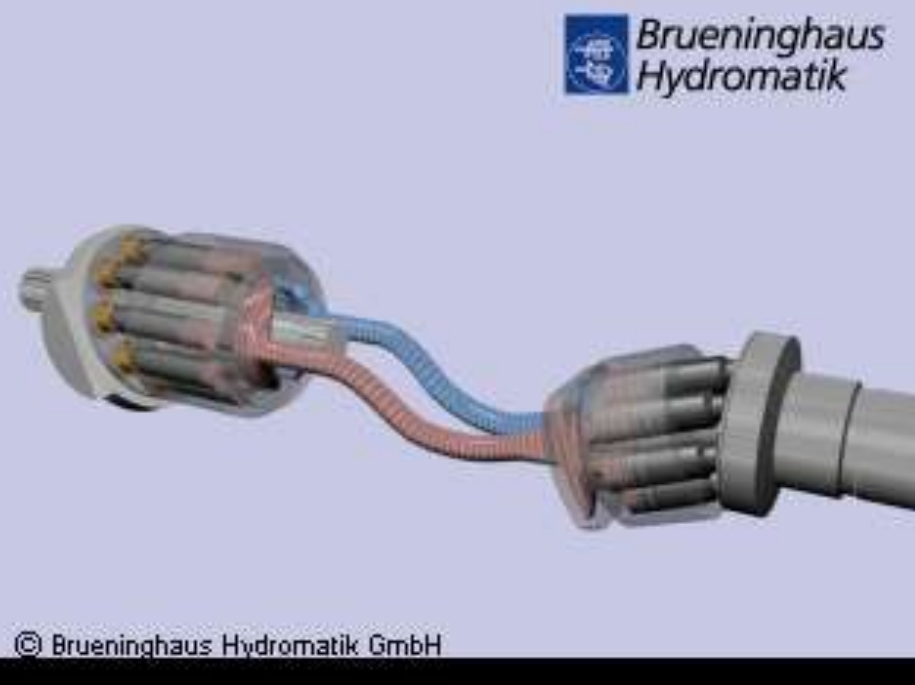
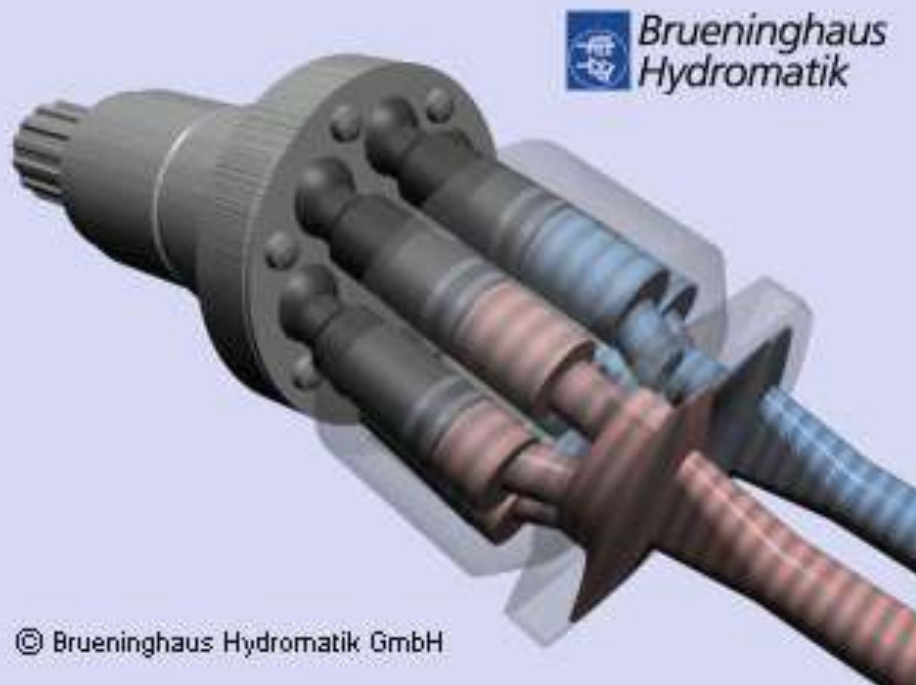
V_g -hydrogenerátoru = 5 cm³

n -otáčky hydrogenerátoru = 500 min⁻¹

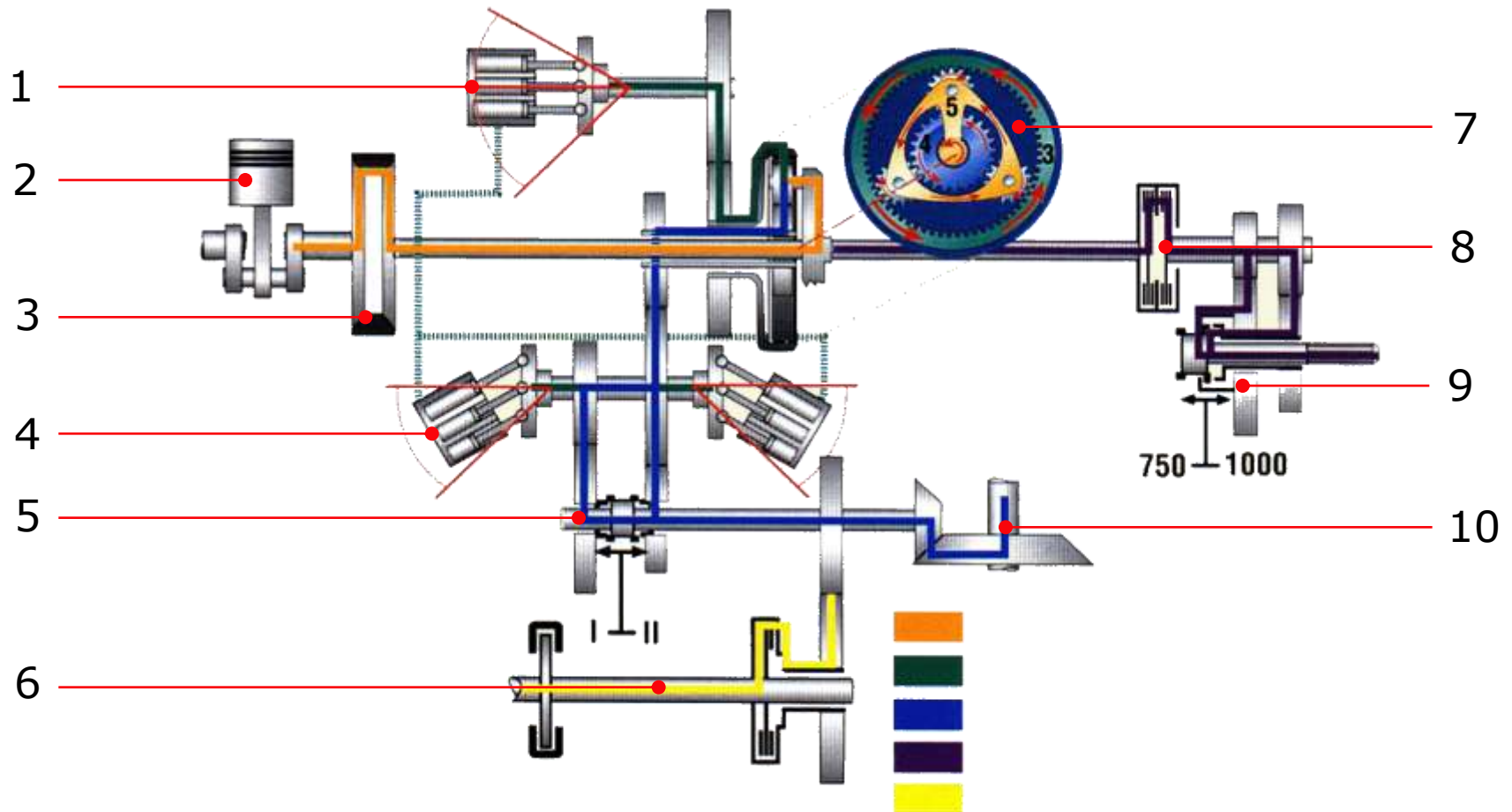
Diferenciální hydrostatická převodovka



HYDROSTATICKÝ MECHANISMUS

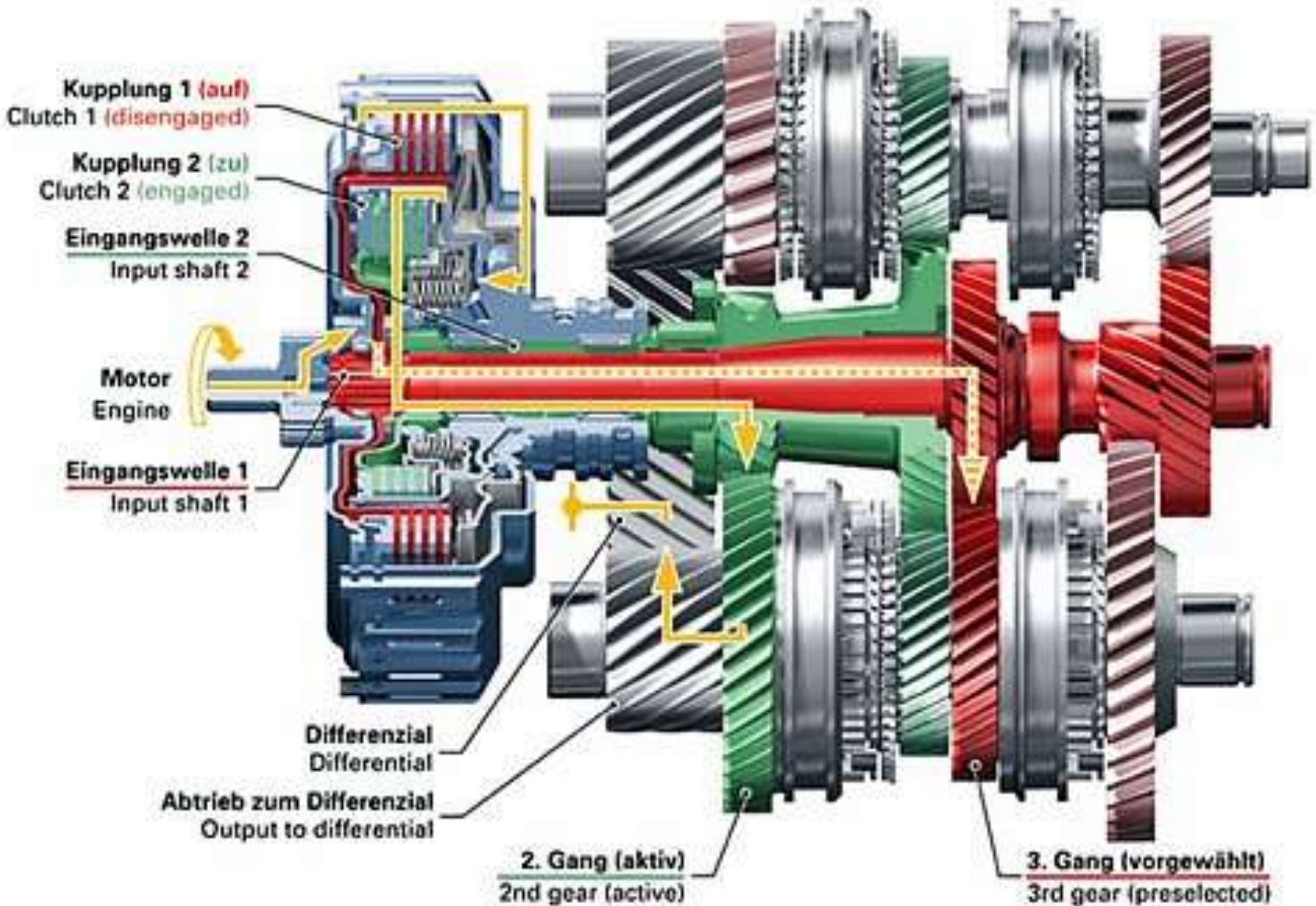


Diferenciální hydrostatická převodovka – Vario převodovka



1-hydrogenerátor 2-spalovací motor 3-tlumič torzních kmitů 4-hydromotory 5-skupinová převodovka 6-hnací hřídel pro přední nápravu 7-planetový převod 8-spojka pro pohon PTO 9-skupinová převodovka PTO 10-rozvodovka s diferenciálem

Převodovky – osobní automobily DSG (Direkt Schalt Getriebe) – Twin Clutch SST (Sport Shift Transmission) – např. Škoda Octavia



Převodový poměr

Mění velikost přenášeného točivého momentu mezi spalovacím motorem a hnacími koly vozidla

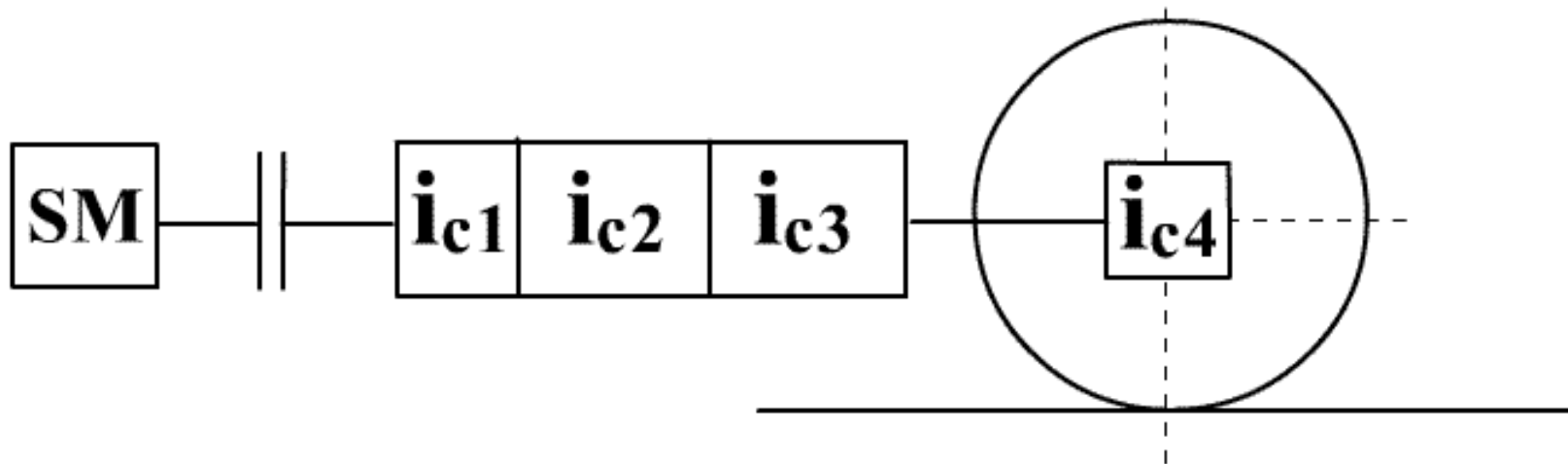
Velikost a počet převodových stupňů ovlivňuje:

- a) dynamické vlastnosti vozidla
- b) ekonomiku provozu vozidla
- c) využití výkonu motoru

$$i = \frac{\text{otáčky hnacího hřídel}}{\text{otáčky hnaného hřídele}} \quad i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad [-]$$

$i > 1$ převod dopomala, $i < 1$ převod dorychla

Výpočet celkového převodového poměru



$$i_c = i_{c1} \cdot i_{c2} \cdot i_{c3} \cdot i_{c4}$$

$$i_c = \frac{n_m}{n_k}$$

Základní převodový poměr i_o označuje celkový převod při nejmenším zařazeném převodu. Je to převod, při němž vozidlo jede nejčastěji.

Výpočet jezdové rychlosti:

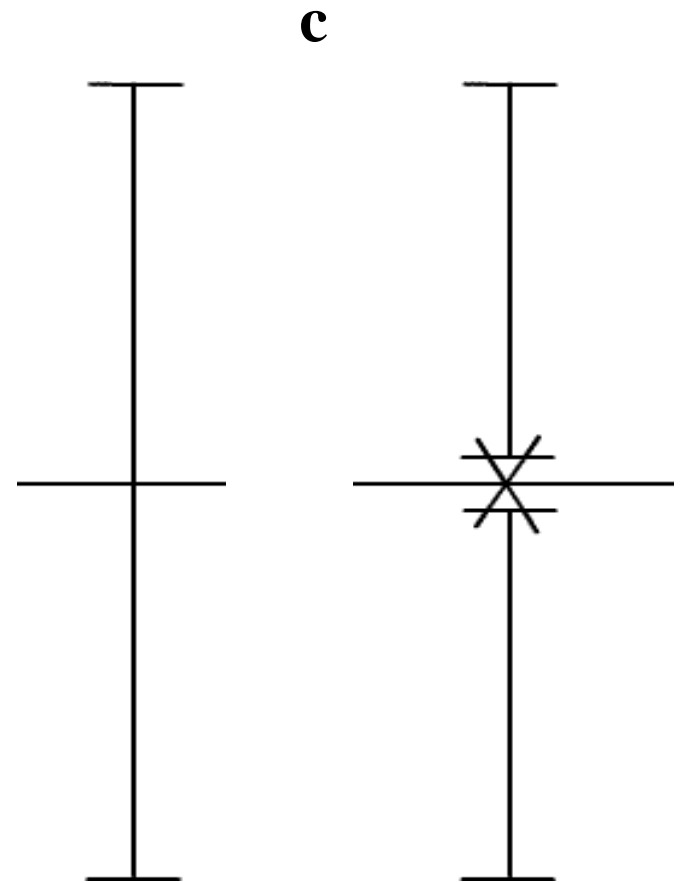
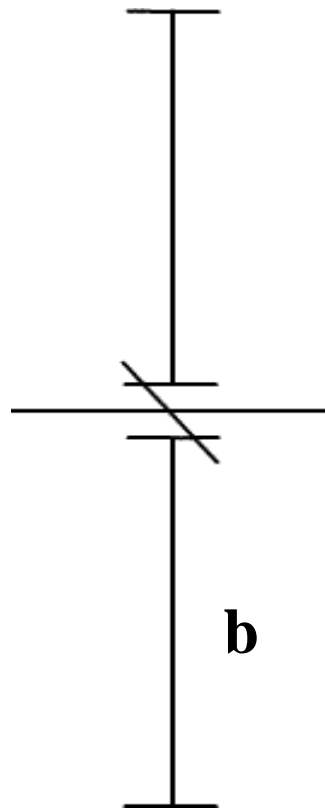
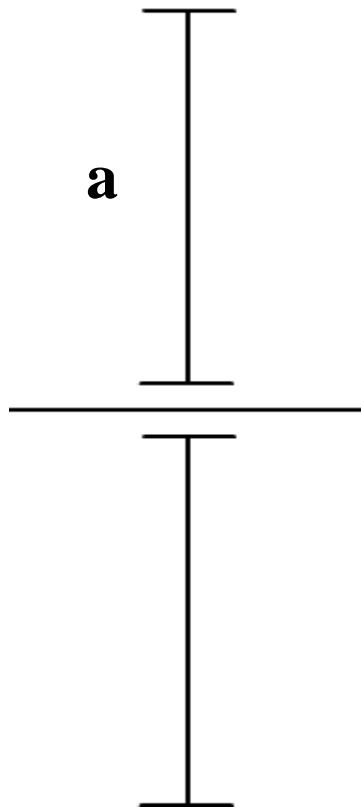
$$v = 2 \cdot \pi \cdot r_d \cdot n_K \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

$$v = 2 \cdot \pi \cdot r_d \cdot \frac{n_m}{i_C} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$$

Převodové poměry

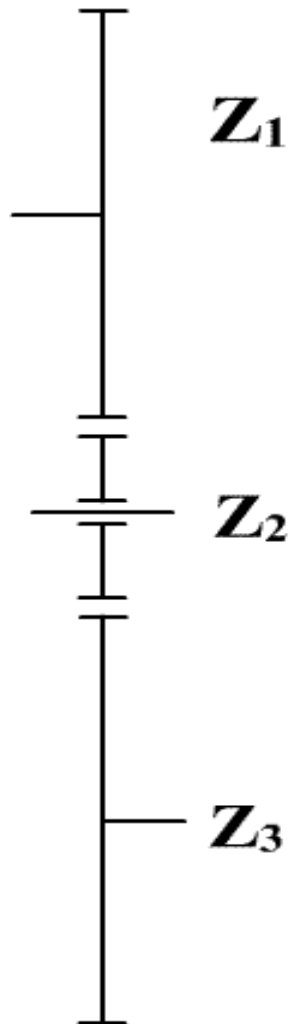
Převodový stupeň	Osobní automobily	Nákladní Automobily	Autobusy
1⁰	3 až 4	10 až 14	6 až 8
Rychloběh	0,7 až 1	0,84 až 1	0,9 až 1,1

Schématické značky uložení ozubených kol

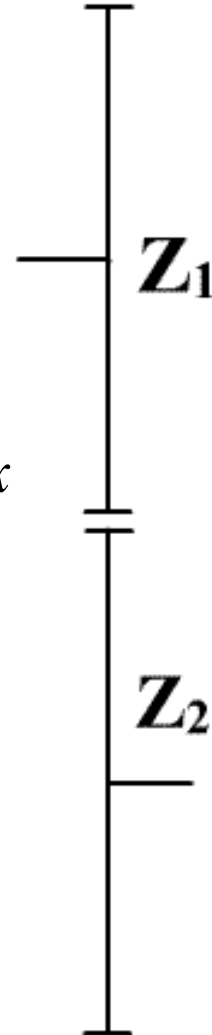


- a) volně uložené ozubené kolo
- b) suvně uložené ozubené kolo
- c) pevně spojené s hřídelí

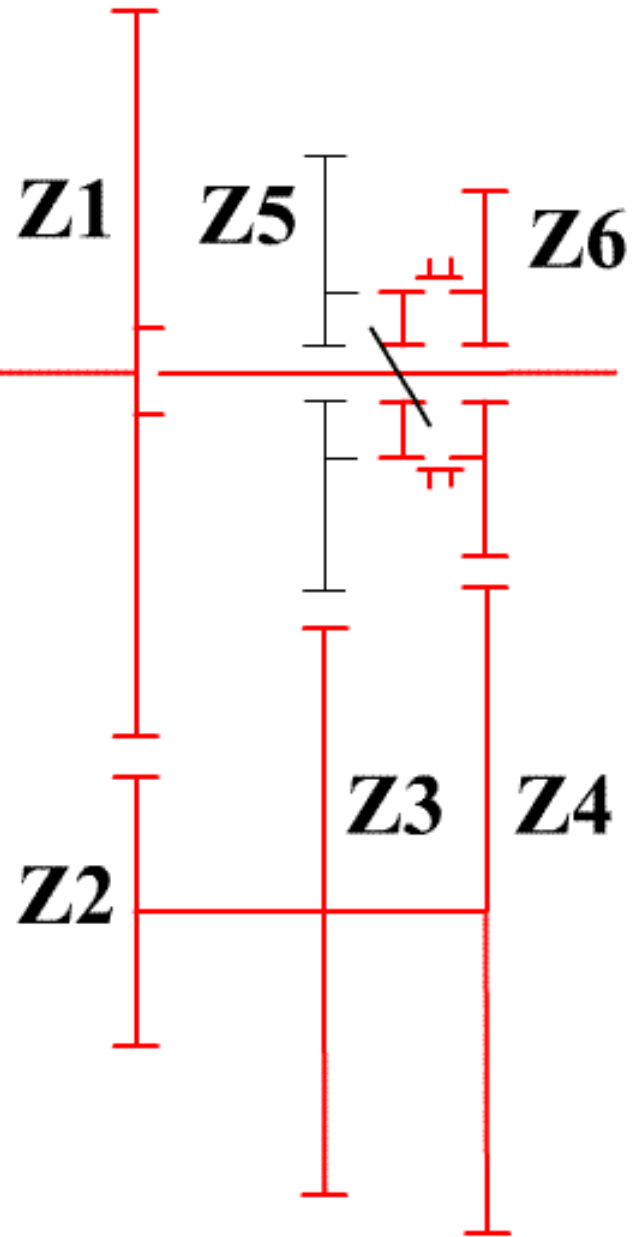
$$i = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_3}{Z_2} * (-1)^x$$



$$i = \frac{Z_2}{Z_1} * (-1)^x$$



$$\dot{i}_1 = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_5}{Z_3}$$



$$\dot{i}_2 = \frac{Z_2}{Z_1} * \frac{Z_6}{Z_4}$$