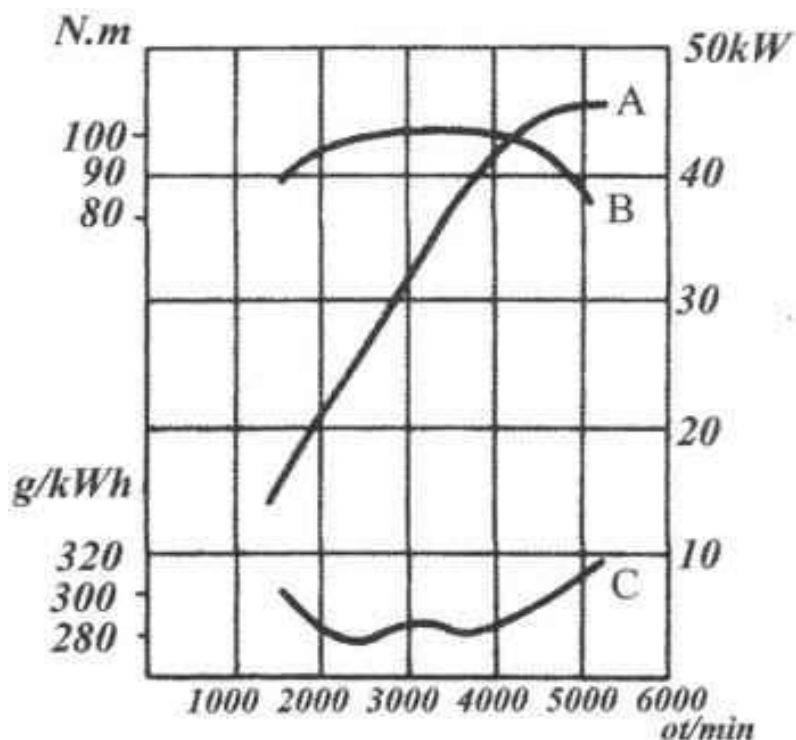


Prevodovky

Hlavným cieľom prevodovky je umožniť zmenu prevodu medzi motorom a hnacími kolesami, tak, aby motor stále pracoval v rozsahu, maximálneho krútiaceho momentu resp. výkonu, minimálnej spotreby a minimálnych emisií obr.5.1. Výkon motora sa pre vozidlá volí spravidla tak, aby sa odpory pôsobiace proti jazde prekonávali bez prevodu v prevodovke (priamym záberom) a vysoké otáčky sa využili k dosiahnutiu maximálnej rýchlosti.



Obr. 5.1. Charakteristiky motora

A- Výkonová charakteristika, B- Momentová charakteristika, C- Charakteristika spotreby

Okrem toho musí prevodovka spĺňať mnoho ďalších požiadaviek. Musí umožniť cúvanie vozidla, pri jazde dole svahom zabezpečuje brzdenie vozidla motorom, pri jazde mestom umožňuje nižší rýchlostný stupeň pružnejšiu jazdu s väčšou akceleráciou, a samozrejme musí prevodovka umožňovať voľný chod pri vypnutej spojke.



Druhy prevodoviek

Podľa duhu prevodov sa prevodovky rozdeľujú na prevodovky s ozubenými kolesami, planétové prevodovky, trecie prevodovky, reťazové, trecie, elektrické, kvapalinové a kvapalinové meniče, resp. kombinácie uvedených prevodoviek.

Podľa spôsobu prenosu prevodového pomeru sa rozlišujú prevodovky na stupňové a plynulé.

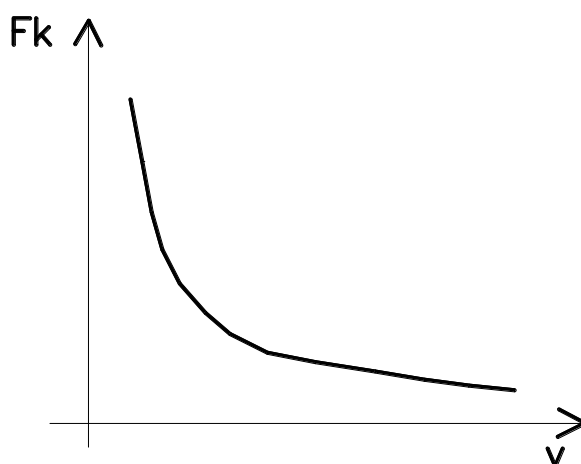
Podľa spôsobu radenia prevodových stupňov sa rozoznávajú prevodovky s priamym radením, s nepriamym radením, alebo automatické.

Návrh prevodovky

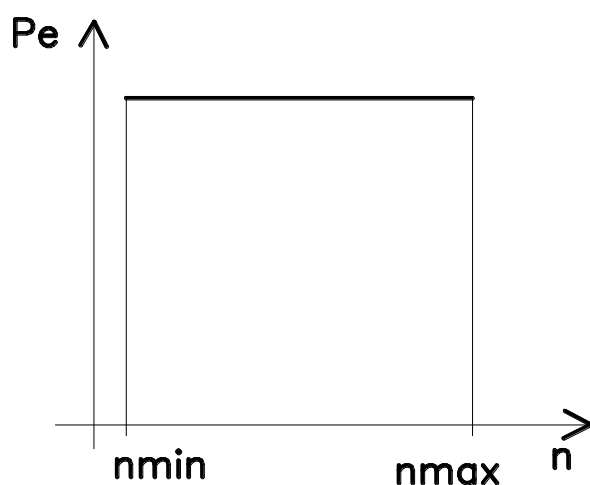
Motor vozidla musí pri jazde prekonávať jazdné odpory. Určitému efektívnemu výkonu motora P_e a otáčkam motora n_m prislúcha hnacia sila na kolese F_k a rýchlosť jazdy v , podľa výrobcu:

$$P_e \cdot \eta_c = F_k \cdot v$$

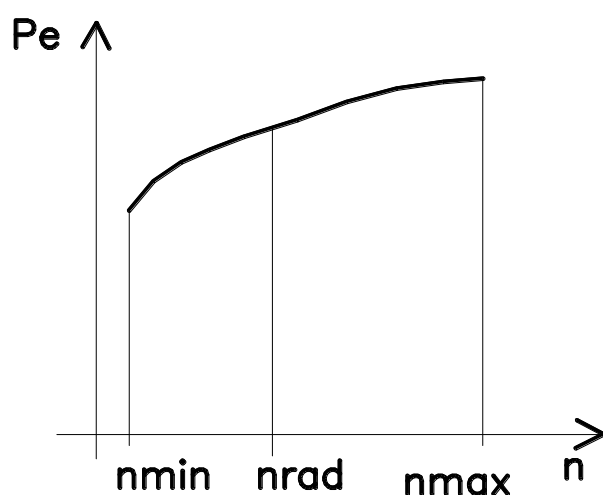
Pre pojazd vozidla je potrebná hnacia sila na kolese ktorá bude mať charakter trakčnej sily obr.5.2. Rýchlosť jazdy sa musí pri rýchlostných stupňoch meniť v celom rozsahu plynule v rozsahu motora od n_{min} po n_{max} . Ďalším kritériom je stála hodnota výkonu v pracovných otáčkach obr.5.3. Aby bol zabezpečený požadovaný priebeh hnacej sily. V skutočnosti sa výkon znižuje s klesajúcimi otáčkami a preto sa volí pre jeden rýchlostný stupeň rozmedzie medzi najväčšími a radiacimi otáčkami v oblasti vysokého výkonu obr. 5.4.



Obr.5.2. Trakčná charakteristika



Obr.5.3. Diagram požadovaného výkonu



Obr.5.4. Diagram výkonu pre jeden rýchlostný stupeň

Prevodovka s viacerými prevodovými stupňami, umiestnená medzi motorom a hnacím kolesom, spoločne so stálym prevodom hnacej nápravy i_r zaisťuje, aby sa s ohľadom na jazdné odpory dosiahlo na rovine požadovanej maximálnej rýchlosti, pri prijateľnej minimálnej rýchlosti požadovanej stúpavosti a medzi najmenšou a najväčšou rýchlosťou plynulá zmena rýchlosti jazdy.

Jednotlivé rýchlostné stupne musia na seba nadväzovať, najväčšia rýchlosť nižšieho rýchlostného stupňa musí korešpondovať s rýchlosťou prislúchajúcou radiacim otáčkam vyššieho rýchlostného stupňa. Taktiež radiace otáčky pre všetky rýchlostné stupne by mali byť zhodné. Za týchto predpokladov je rozmedzie otáčok $n_{max} \sim n_{rad}$ stále pre všetky rýchlostné stupne a platia nasledujúce obecné vzťahy:



Teória vozidiel

$$v_{radV} = v_{radIV}$$

$$v_{radIV} = v_{radIII}$$

$$v_{radIII} = v_{radII}$$

$$v_{radII} = v_{radI}$$

$$n_{max} - n_{rad} = k$$

$$\frac{n_{max}}{n_{rad}} = q$$

$$\frac{n_{max}}{n_{rad}} = \frac{v_{maxV}}{v_{radV}} = \frac{v_{maxIV}}{v_{radIV}} = \dots = \frac{v_{maxI}}{v_{radI}} = q$$

$$\frac{n_{max}}{n_{rad}} = \frac{v_{maxV}}{v_{maxIV}} = \frac{v_{maxIV}}{v_{maxIII}} = \dots = \frac{v_{maxII}}{v_{maxI}} = q$$

$$\frac{n_{max}}{n_{rad}} = \frac{i_{IV}}{i_V} = \frac{i_{III}}{i_{IV}} = \dots = \frac{i_I}{i_{II}} = q$$

Rovnice preukazujú, že pri zaistení nadväzností rýchlostných stupňov a pri rovnakých radiaciach otáčkach pre všetky rýchlostné stupne musia hodnoty prevodu všetkých rýchlostných stupňov tvoriť geometrický rad. Hodnota najmenšieho prevodu i_{min} sa stanoví na základe požiadavky najväčšej rýchlosti v_{max} .

$$v_{max} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_d \cdot n_{max}}{i_{min}}$$

$$i_{min} = i_p \cdot i_r$$

Hodnota najväčšieho prevodu i_{max} sa stanoví v závislosti na požiadavkách maximálnej stúpavosti. Z charakteristiky motora sa určí výkon prislúchajúci maximálnemu krútiacemu momentu P_{eMk} . Ďalej sa odčítajú otáčky motora prislúchajúce tomuto výkonu n_{Mk} a vypočíta sa rýchlosť v_{Mk} prislúchajúca prvému rýchlostnému stupňu.



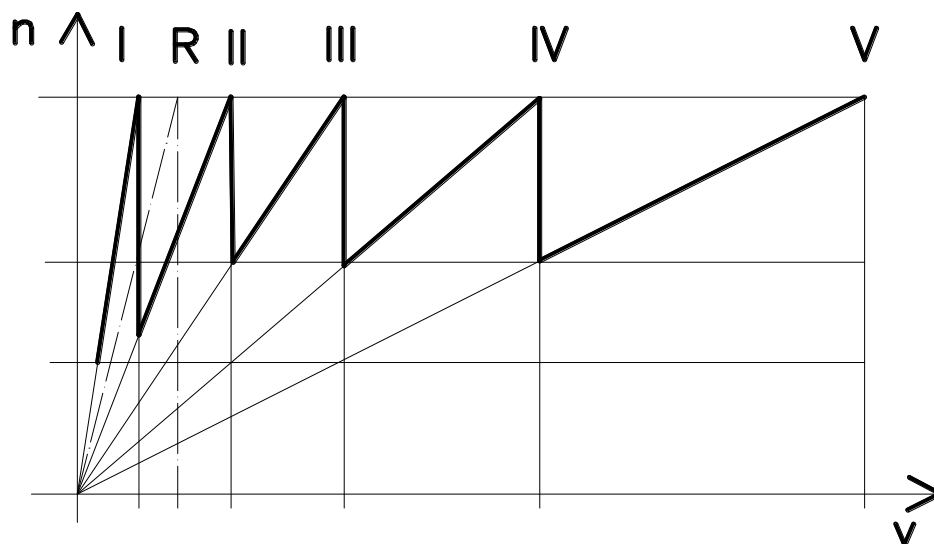
Teória vozidiel

$$v_{Mk} = \frac{P_{eMk} \cdot \eta_c}{O_t + O_s}$$

$$v_{Mk} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_d \cdot n_{Mk}}{i_{max}}$$

$$i_{max} = i_l \cdot i_r$$

Po vypočítaní i_l sa zvolí vhodný počet prevodových stupňov a pomocou geometrickej rady sa stanovia hodnoty ostatných prevodov v prevodovke obr.5.5.



Obr.5.5. Pílový diagram

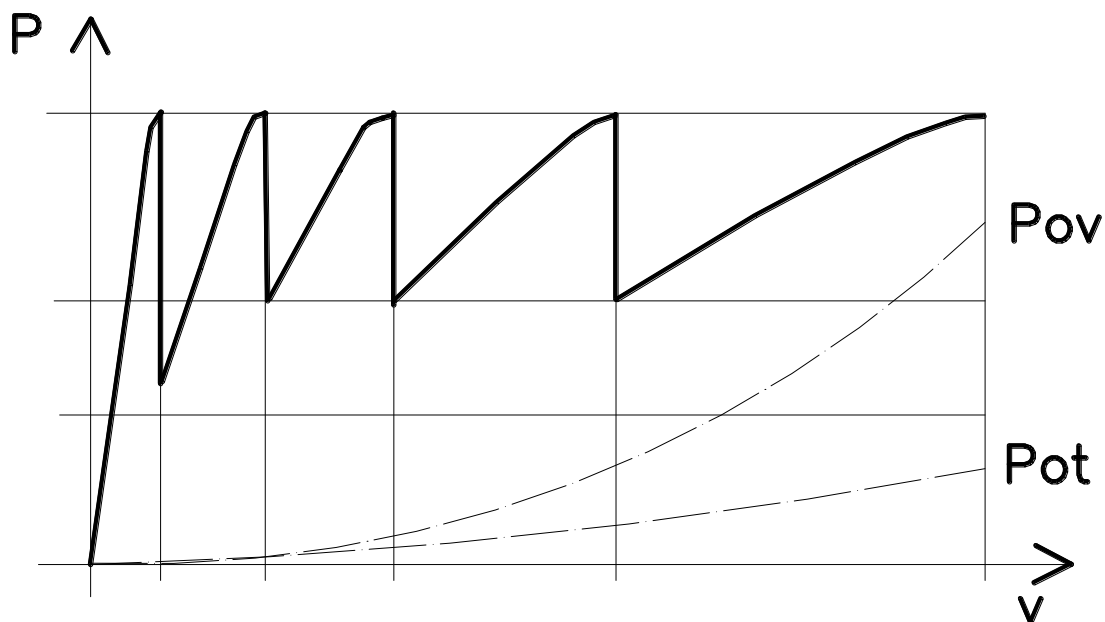
Pílový diagram udáva rýchlosť vozidla pri zaradených jednotlivých prevodových stupňoch v závislosti na otáčkach motora. Ukazuje rozdelenie prevodových stupňov, umožňuje odpočítanie maximálnej a minimálnej rýchlosti pri zaradení jednotlivých prevodových stupňov.

Pílový diagram môžeme upraviť tak aby sme dostali vyjadrenie výkonu v závislosti na rýchlosti vozidla obr.5.6. Do takéhoto diagramu môžeme zakresliť priebehy jazdných odporov O_t, O_v . Následne môžeme odpočítať výkonovú rezervu pri maximálnej rýchlosti ktorá môže byť využitá na prekonanie stúpania. Ak poklesne



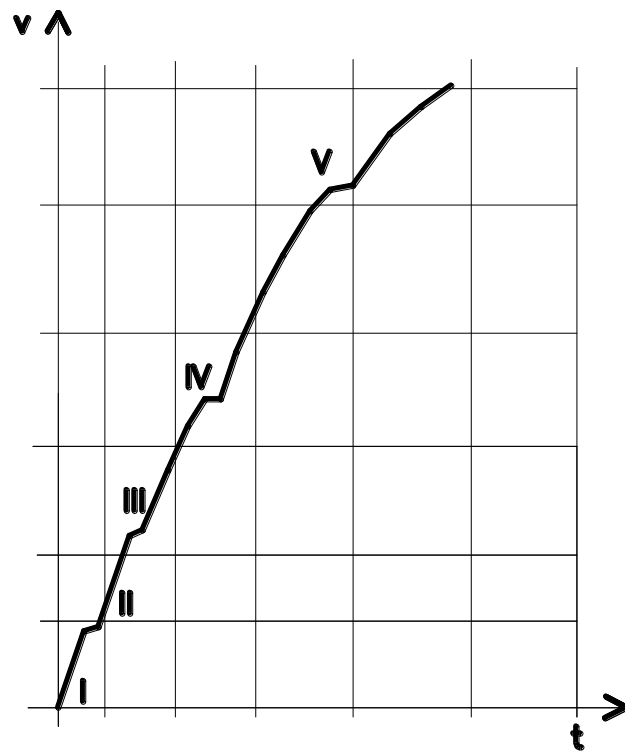
Teória vozidiel

rýchlosť vozidla dôsledkom stúpania, tak poklesne aj rýchlosť vozidla a tým aj odpor vzduchu O_v . Pri stále klesajúcich otáčkach je potom nutné preradiť na nižší prevodový stupeň. Do diagramu obr.5.6. je možné nakresliť aj charakteristiku pre klesanie vozovky a následne je možné odčítať maximálnu rýchlosť vozidla, ktorú je možné dosiahnuť bez pohonu motorom.



Obr.5.6. Výkonový diagram

Diagram zrýchlenia obr.5.7. ukazuje rýchlosť vozidla v závislosti na čase pri využití maximálnej akcelerácie. Hodnoty diagramu stanovujú najkratšiu dobu, ktorú potrebuje vozidlo pre dosiahnutie požadovanej rýchlosti od rozjazdu. Ďalej je možné hodnotiť intervaly potrebné pre zrýchlenie pri jednotlivých prevodových stupňoch.



Obr.5.7. Diagram zrýchlenia



Prevodové agregáty - prevodovky

Prevodový mechanizmus je časť automobilu spájajúca motor vozidla s hnacími kolesami, pričom zabezpečuje prenos krútiaceho momentu, zmenu jeho veľkosti, jeho rozdelenie, prerušenie, alebo zmenu zmyslu otáčania.

Veľkosť krútiaceho momentu musí byť pomocou prevodovky zmenený, tak aby vozidlo mohlo za každých pracovných podmienok plniť svoju úlohu, vrátane jazdy vzad a pohonu prídavných zariadení tam kde si to vyžaduje charakter vozidla.

Hlavnými časťami prevodoviek sú:

- vlastné prevody,
- radiace ústrojenstvo,
- ovládacie ústrojenstvo.



Prevodové skupiny osobného automobilu

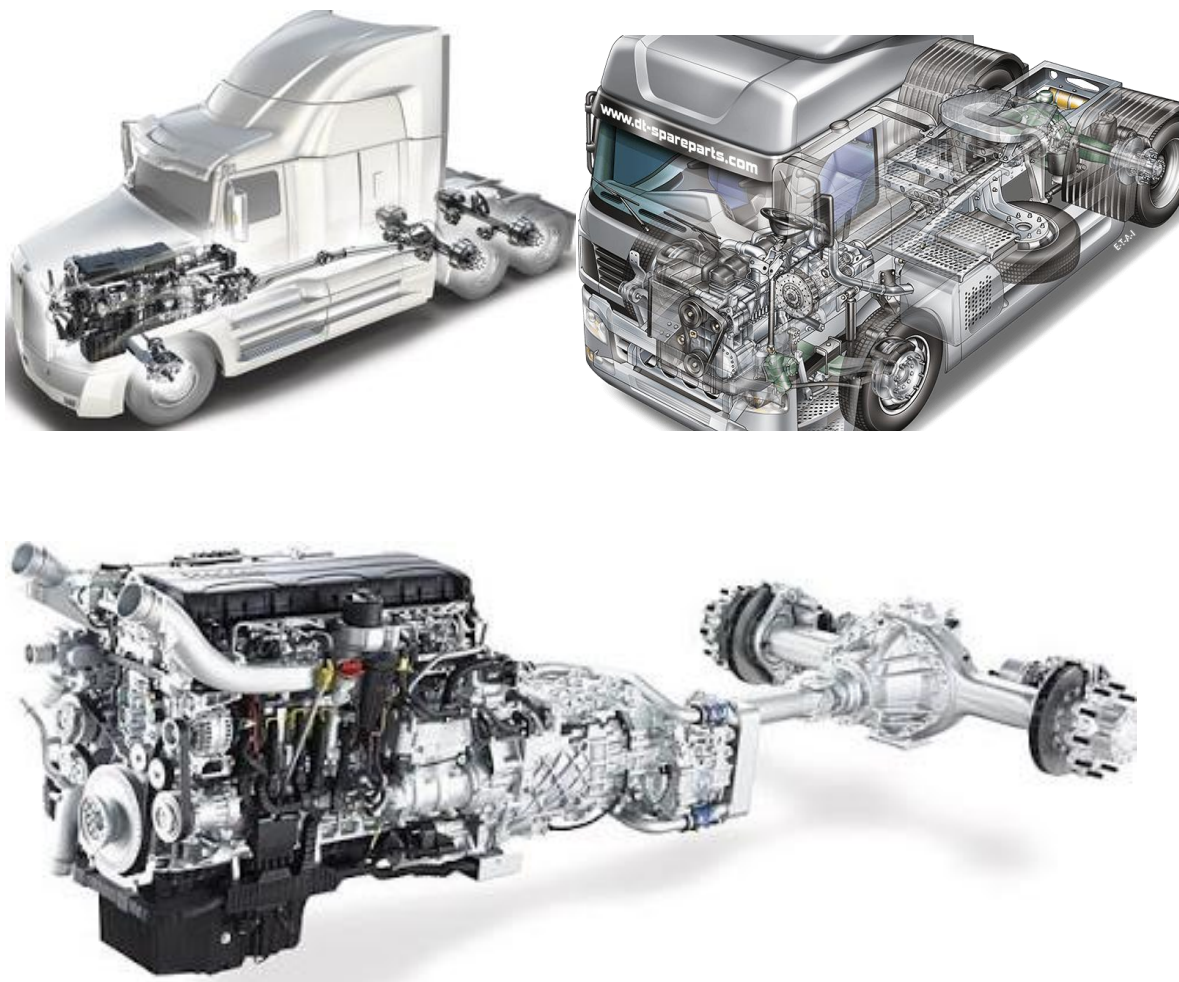


Prevodové skupiny autobusu



Teória vozidiel

U terénnych automobilov, nákladných automobilov, poľnohospodárskych strojov, stavebných, komunálnych a iných pracovných strojov sa vyžaduje aby prevodovka, resp. prevodová skupina, vyhovovala pre širokú škálu pojazdových rýchlostí. To je možné dosiahnuť vytvorením prevodovej podskupiny, alebo prevodovej skupiny, ktoré vznikajú kombináciou hlavnej viacstupňovej prevodovky s prídavnými prevodovkami. Podľa potreby prídavná prevodovka môže byť tiež viacstupňová, alebo reverzačná.



Prevodové skupiny nákladného automobilu

Hlavne pre poľnohospodársku techniku sa vyžaduje, aby prevodové skupiny, okrem pojazdovej rýchlosti (ktorá sa pohybuje od rýchlosti v desatinách $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ až do rýchlosti



Teória vozidiel

80km.h⁻¹) zabezpečila prevodovka aj pohon prídavných zariadení, ktoré môžu byť umiestnené v zadnej, alebo v prednej časti vozidla.



Prevodové skupiny traktora

Pri prevodových skupinách sa často používajú schémy, v ktorých sa jednotlivé prevody, hriadele, ozubené kolesá, alebo spojky zobrazujú zjednodušene. Na obr. máme schematické znázornenie uloženia ozubených kolies na hriadeľi (a- voľne uložené ozubené koleso, b- posuvné uložené ozubené koleso, c - ozubené koleso pevne spojené s hriadeľom), a názornú schému prevodovej skupiny.

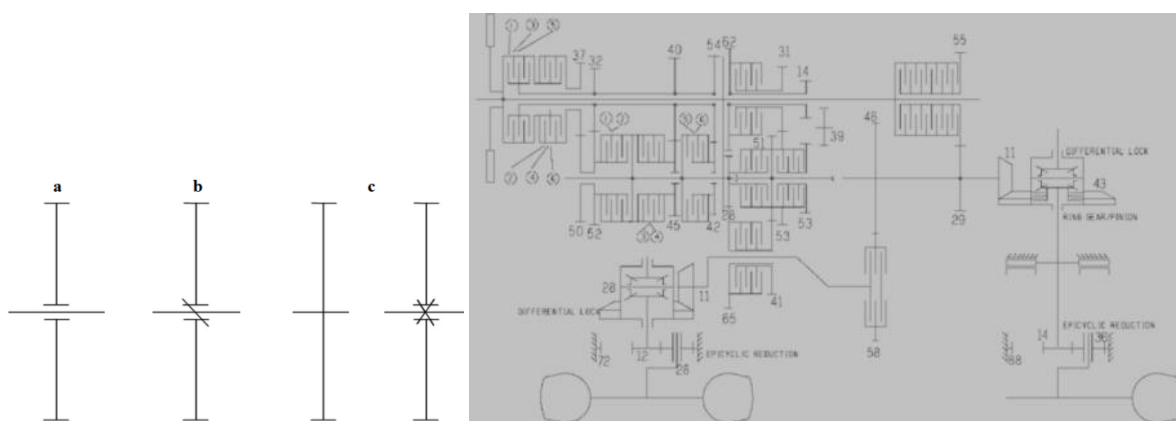


Schéma prevodovej skupiny

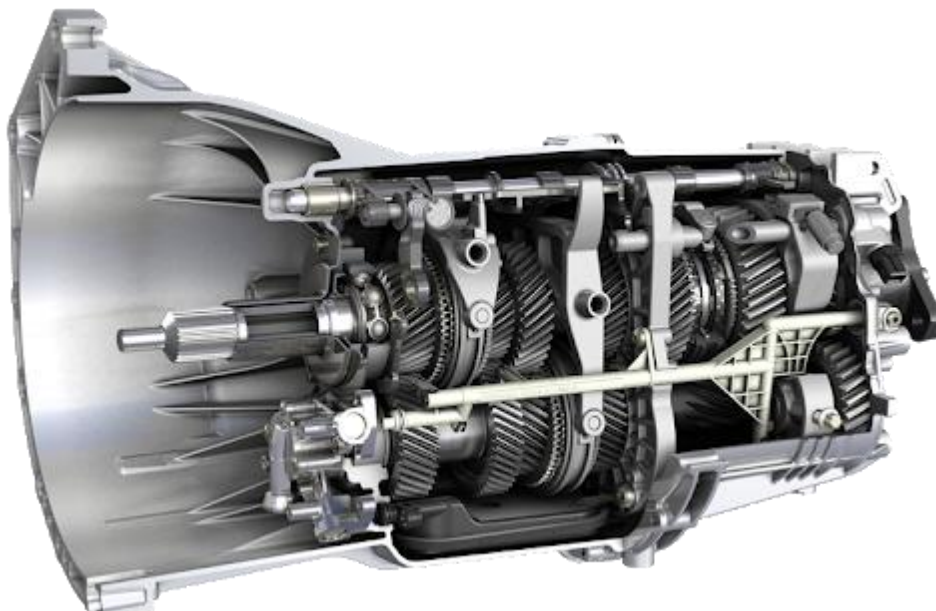
Prevodovky so stupňovitou zmenou prevodu

Jedná sa o prevodovky kde výstupné otáčky sú v odstupňovaných rozsahoch. Prevodové stupne sa dosahujú kombináciou ozubených kolies. Ozubené kolesá sú umiestnené



Teória vozidiel

na hriadeľoch a potom môžeme rozdeľovať prevodovky na dvojhriadeľové, trojhriadeľové a viachriadeľové.



Ďalším delením môže byť spôsob radenia prevodových stupňov. Záber dvoch kolies môže byť prevedený pomocou presunutia kolesa po drážkach hriadeľa, ktoré sa dostane do záberu s kolesom pevne spojeným na druhom hriadeľi. Druhým prípadom sú obe kolesa v stálom zábere. Jedno z kolies je na hriadeľi uložené voľne otočné. Prevod sa uvádza do záberu pomocou zubovej spojky, ktorá je posuvná po drážkach hriadeľa.

Dvoj hriadeľové prevodovky

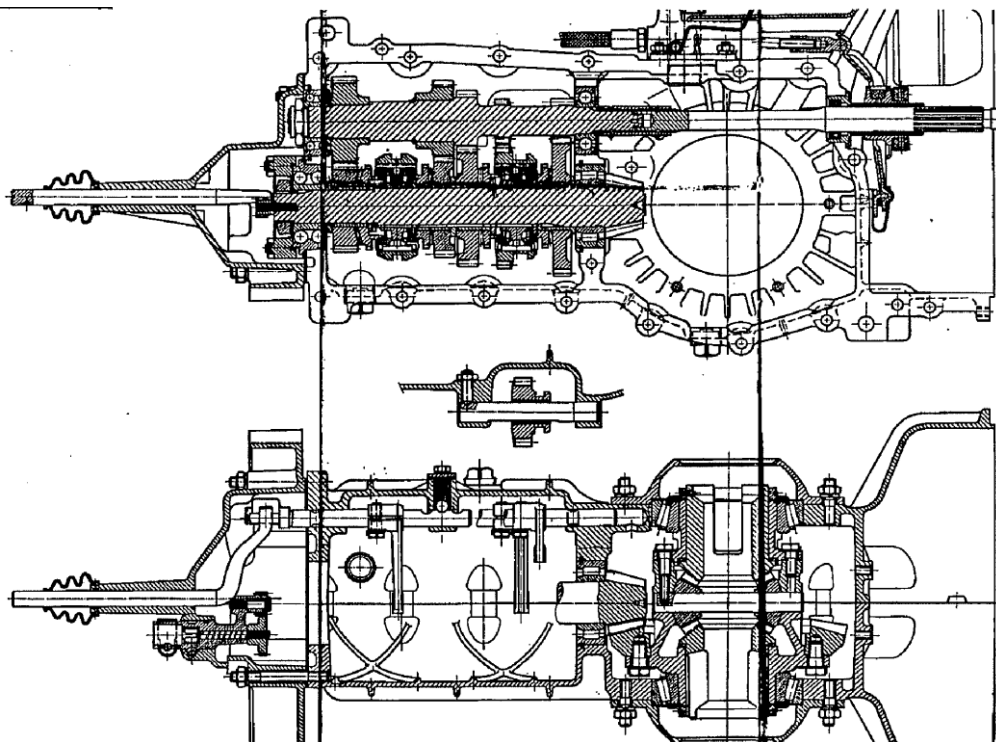
Pre jednoduchú konštrukciu majú uplatnenie predovšetkým v krátkych prevodovkách (čo do veľkosti) a motocykloch. Dvojhriadeľová prevodovka môže byť z hľadiska radenia prevodových stupňov v prevedení s postupným radením obr., alebo s nezávislým radením obr.

Postupné radenie je charakteristické postupným zaraďovaním prevodových stupňov. Nie je možné zaraďovať neutrálnu polohu kedykoľvek, ale len medzi druhým a prvým stupňom, taktiež nie je možné preskočiť niektorý z prevodových stupňov. Výhodou je, že radiaci mechanizmus sa pohybuje len v jednej rovine a je konštrukčne jednoduchý. Prevodovky s postupným radením sú vhodné hlavne u motocykloch a v prevodoch kde sa nevyžaduje spätný chod.



Obr. Dvojhriadeľová prevodovka s postupným radením

Nezávislé radenie umožňuje zaradenie s neutrálou akéhokoľvek prevodového stupňa, a tiež zaradenie neutrálu medzi radením prevodových stupňov. Radiaci mechanizmus sa pohybuje minimálne v dvoch rovinách.



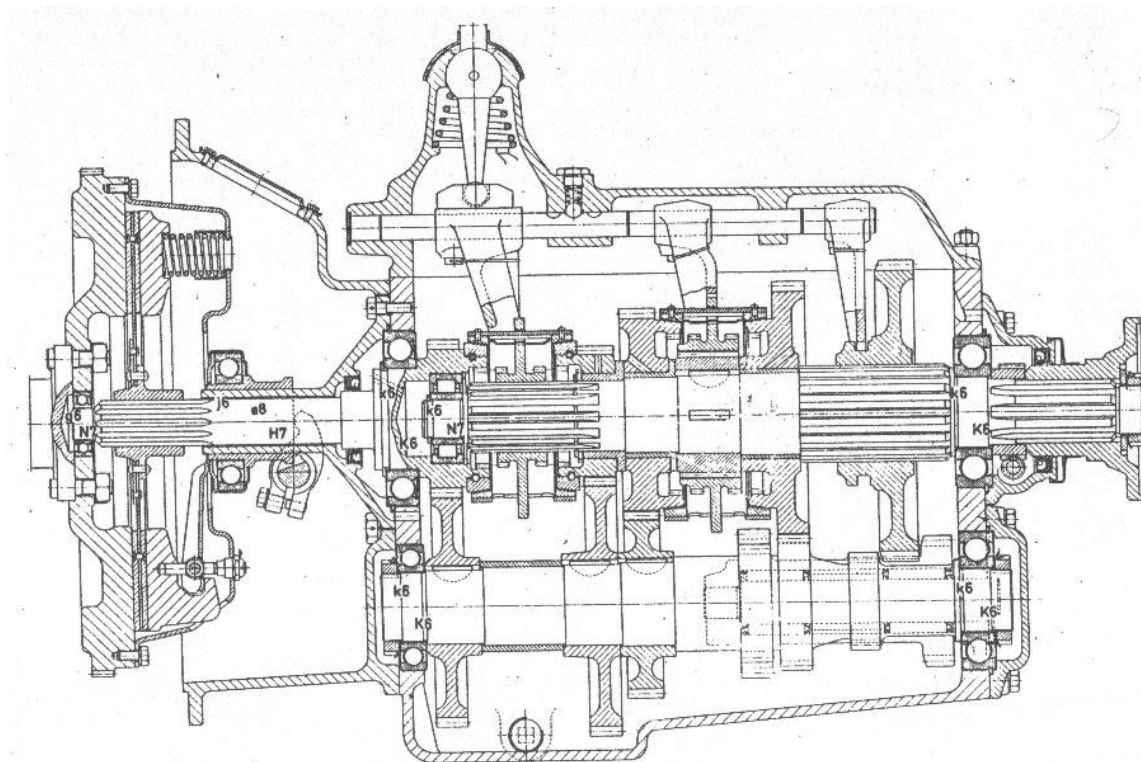
Obr. Dvojhriadeľová prevodovka s nezávislým radením

Použitie dvojhriadeľových prevodoviek je vhodné len pri menšom počte prevodových stupňov. Väčší počet prevodových stupňov si vyžaduje väčší počet ozubených kolies na hriadeľoch. Táto zastavovacia konštrukcia predlžuje hriadele a zväčšuje ich priehyb a skrútenie. So zväčšujúcim priehybom rastie hlučnosť prevodovky, zvyšujú sa vibrácie, a zhoršujú sa záberové podmienky spoluzaberajúcich ozubených kolies.



Trojhriadeľové prevodovky

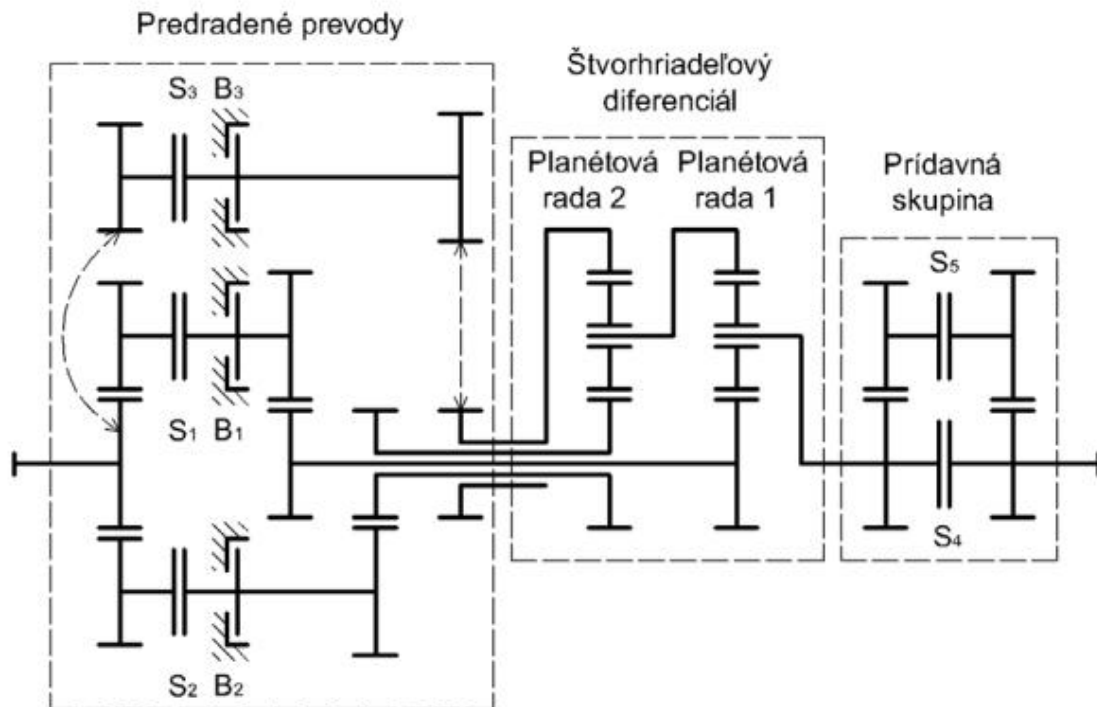
Trojhriadeľové prevodovky sú tuhšie, čo sa pozitívne prejavuje na nižšej hlučnosti a nižších vibráciách ako je to u prevodoviek dvojhriadeľových. Pozostávajú zo vstupného hriadeľa, predlohového hriadeľa a výstupného hriadeľa obr. Môžu byť konštrukčne riešené ako prevodovky s postupným radením alebo ako prevodovky s nezávislým radením.



Obr. Trojhriadeľová prevodovka

Viachriadeľové prevodovky

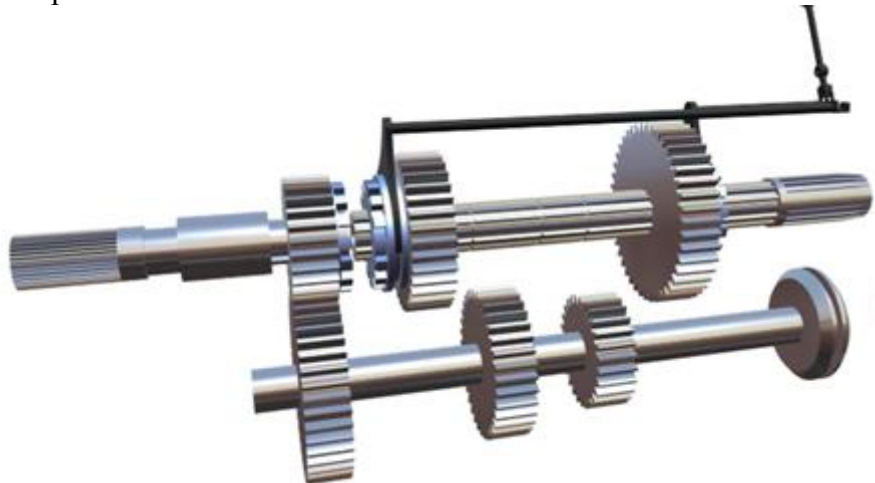
Viachriadeľové prevodovky začínajú mať čoraz väčšie uplatnenie. Používajú sa ako základ automatických prevodoviek viacspojkových, ale aj ako skupinové prevody. Prevodovky s väčším počtom rýchlostných stupňov majú uplatnenie predovšetkým v nákladných vozidlách, poľnohospodárskych vozidlách a pod. Viachriadeľové prevodovky sú zvyčajne konštruované ako základná prevodovka v kombinácii s prídavnou prevodovkou obr.



Obr. Schéma viachriadeľovej prevodovky

Spôsoby radenia

Najjednoduchšie konštrukčné vyhotovenia prevodoviek, sú zvyčajne opatrené aj najjednoduchším spôsobom radenia - zmeny prevodových stupňov. Na obr. máme schému dvojhriadeľovej prevodovky s priamym radením prevodových stupňov pomocou presúvania ozubených kolies po hriadeľi.

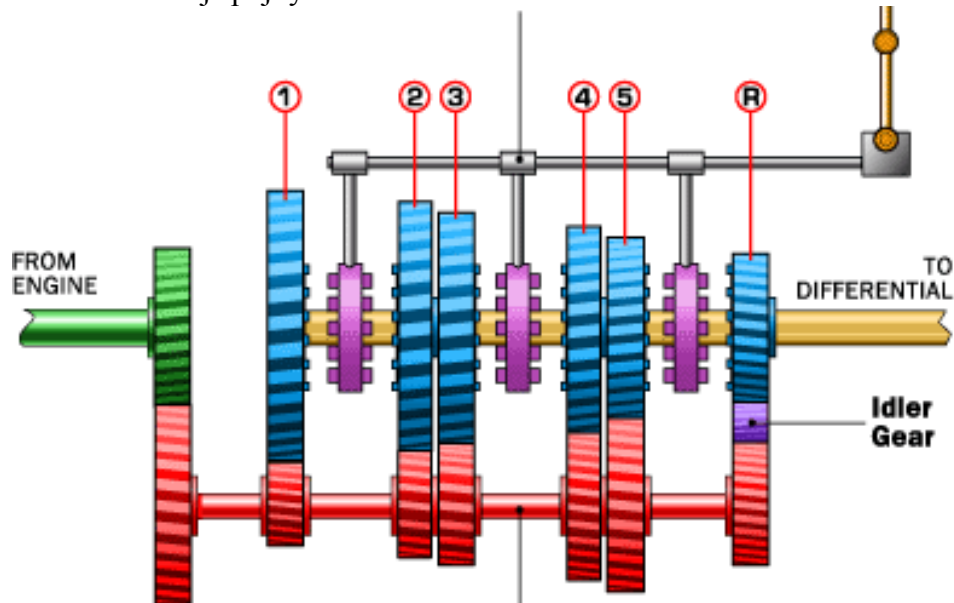


Pre náročnejšie aplikácie bol priamy presun kolies nahradený presunom zubových spojok. Ozubené kolesa sú na hriadeľoch osadené pevne, alebo otočne, ale nie posuvne, a medzi ozubenými kolesami na hriadeľi sú umiestnené presuvné zubové spojky ktorými sa spájajú ozubené kolesa s hriadeľmi a tým dochádza k zaradeniu rýchlostného stupňa.

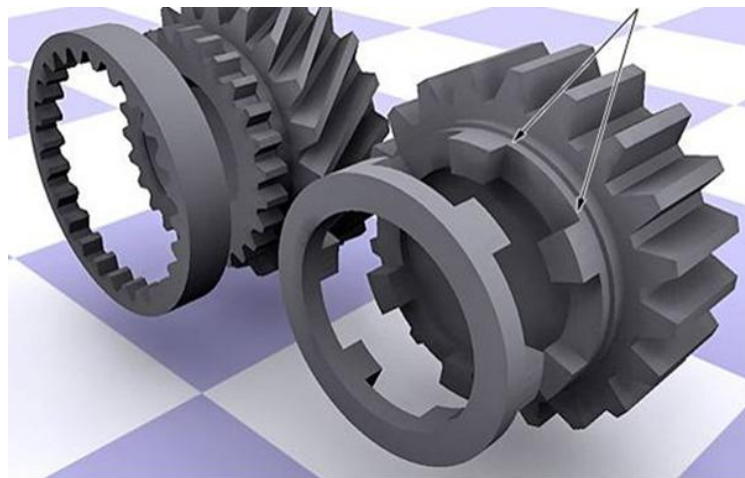


Teória vozidiel

Uľahčenie radenia a dosiahnutie nižšej hlučnosti a plynulejšieho zaradenia prevodových stupňov zabezpečujú zubové spojky na hriadeľoch prevodovky. Kolesá jednotlivých prevodov sú stále v zábere a koleso ktoré sa udáva do prevodu je s hriadeľom spojené pomocou zubovej spojky obr.



Zubové spojky môžu byť konštruované ako obvodové (kombinácia vonkajšie a vnútorné) alebo ako čelné obr.



Pri radení prevodových stupňov bez synchronizácie je nutné dosiahnuť plynulý záber, aby ozubené kolesa netrpeli rázmi. Bezhlučné radenie je možné dosiahnuť pri rovnakých obvodových rýchlostiach kolies ktoré sa majú spojiť. Pri radení na vyšší rýchlostný stupeň je potrebné najprv vypnúť spojku, vyradiť rýchlostný stupeň na neutrál, spojku na krátky okamžik zapnúť a opäť spojku vypnúť. Takéto zopnutie a vypnutie spojky zabezpečí že sa vyrovnajú otáčky kolies ktoré budú zapojené do záberu a je možné zaradiť vyšší rýchlostný stupeň.

Pri radení do nižšieho rýchlostného stupňa je potrebné spojku vypnúť, zaradiť neutrál, opäť spojku zapnúť a na chvíľu zošliapnuť plynový pedál. Tým sa urýchlia otáčky hnacieho hriadeľa tak, aby došlo k vyrovnaniu obvodových rýchlostí kolies ktoré majú byť spojené. Následne sa spojka opäť vypne a je možné zaradiť nižší rýchlostný stupeň. Aj

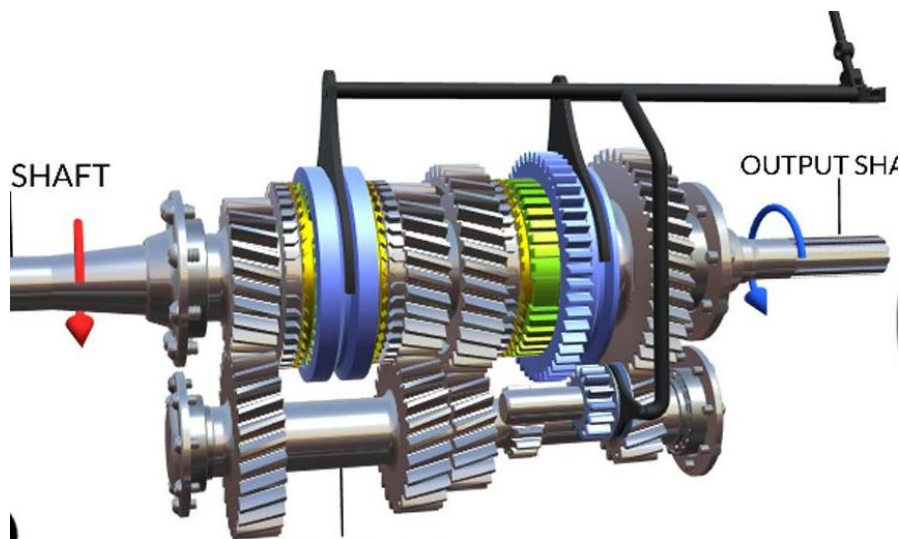


Teória vozidiel

napriek popísanému spôsobu radenia, môže byť v praxi radenie prevodových stupňov obtiažné a sprevádzané hlučnosťou kolies.

Synchronizačné radenie prevodových stupňov

Aby sa zabezpečilo plynulejšie, a menej komplikované radenie prevodových stupňov, ktoré zníži hlučnosť radenia vyšších a nižších prevodových stupňov aplikujú sa pri zubových spojkách synchronizačné zariadenia, ktoré umožňujú vyrovňovanie obvodových rýchlostí kolies prevodovky. Na obr. je prevodovka so synchronizačným radením prevodových stupňov.



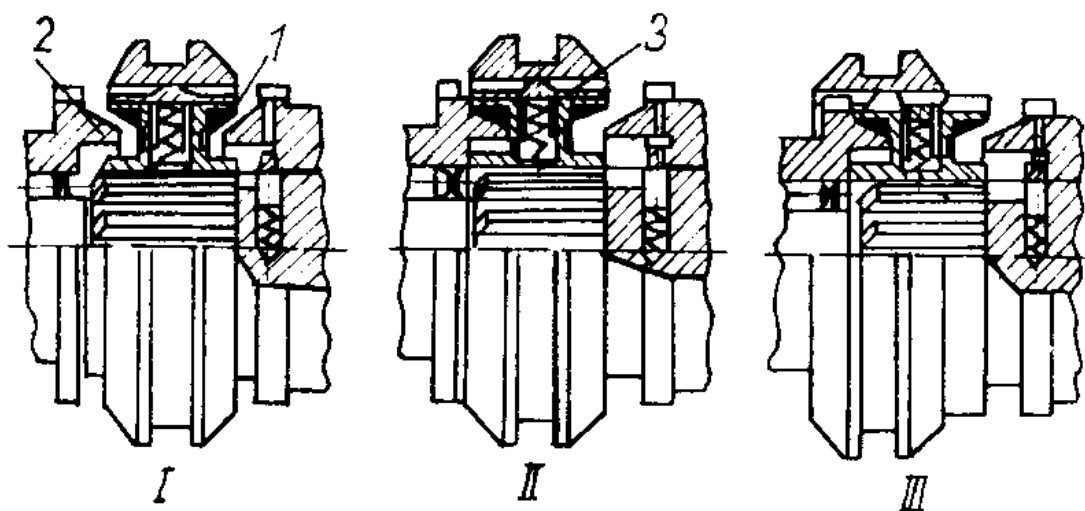
Obr. Prevodovka so synchronizovaným radením

Takýmito synchronizačnými zariadeniami sú synchronizačné krúžky. Synchronizačný krúžok je vyhotovený, z materiálu s dobrými klznými vlastnosťami, a jeho úlohou je pomocou trenia v procese presúvania zubovej spojky zabezpečiť vyrovnanie obvodových rýchlostí ozubených kolies. Kvôli dostatočnej účinnosti so synchronizačné krúžky kužeľové obr.

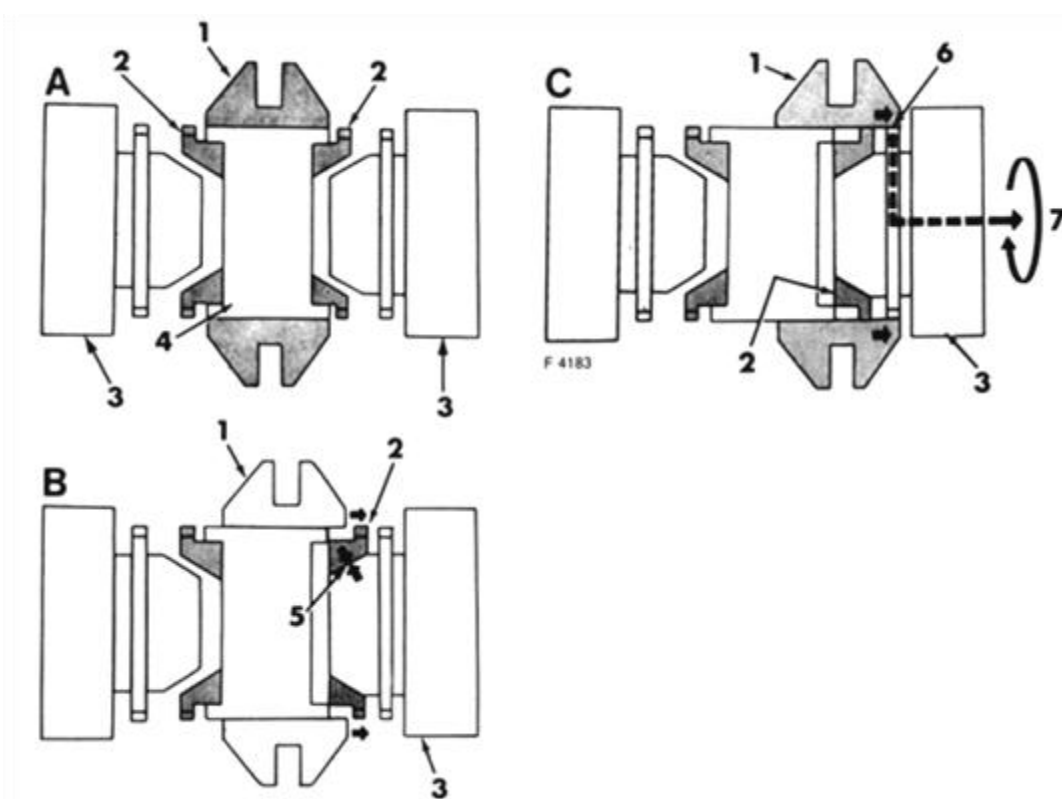


Obr. Synchronizačný krúžok

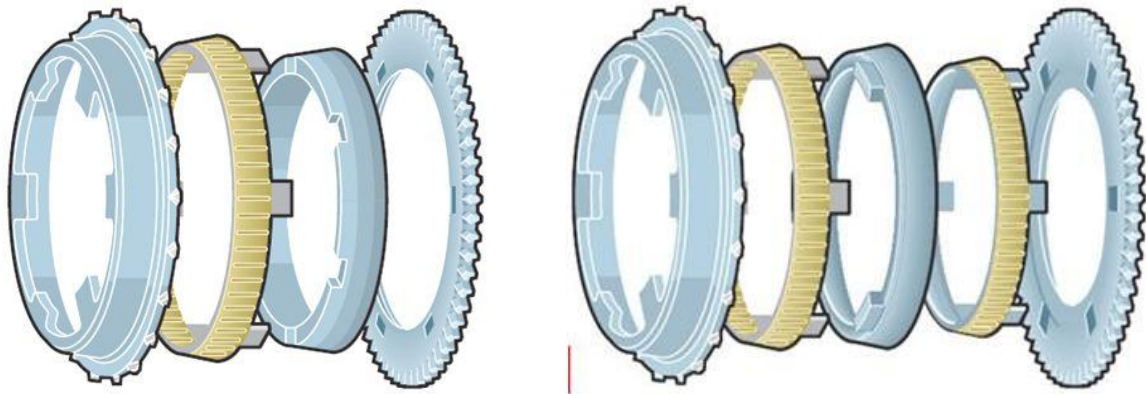
Synchronizačný krúžok je súčasťou zubovej spojky a pri jej presúvaní dochádza k zvýšeniu trenia medzi zubovou spojkou synchronizačným krúžkom a spájaným kolesom. Výhodou použitia synchronizačných krúžkov v kombinácii so zubovými spojkami je aj to, že v prevodovkách je možné potom použiť aj čelné ozubené kolesa so šikmými zubami. Zubové spojky musia byť opatrené poistným zariadením v podobe guľičky, valčeka, alebo západky.



Obr. Zubová spojka so synchronizáciou



Obr. Princíp presunutia zubovej spojky so synchronizáciou



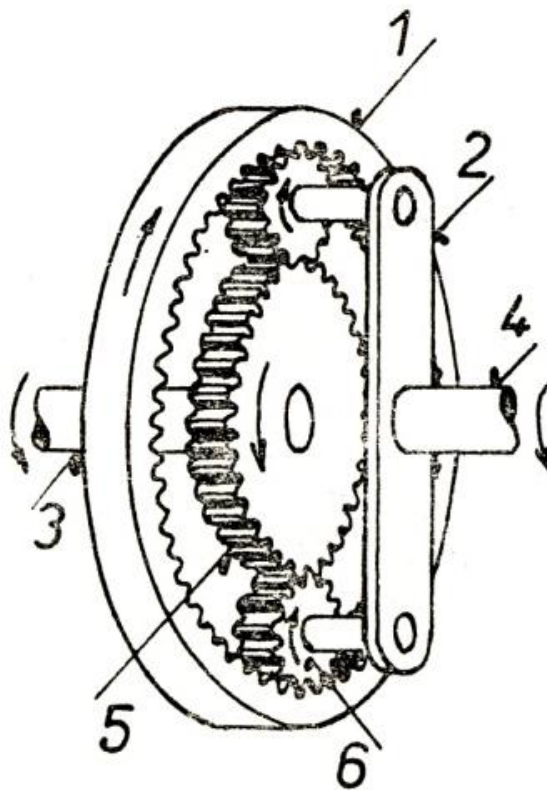
Obr. Zubové spojky s dvojitou, a trojitou synchronizáciou

Automatické prevodovky

Medzi prvé a najpoužívanejšie typy automatickej prevodovky môžeme zaradiť prevodovku zloženú z planétových prevodov. Môžeme povedať, že planétová prevodovka položila základy pre vznik automatických prevodoviek.

Planétová prevodovka

Planétová prevodovka obr. pozostáva z nasledujúcich častí: 3- centrálnne koleso, 4 - unášač, 6-satelity, 1 - korunové koleso.



Obr. Planétová prevodovka



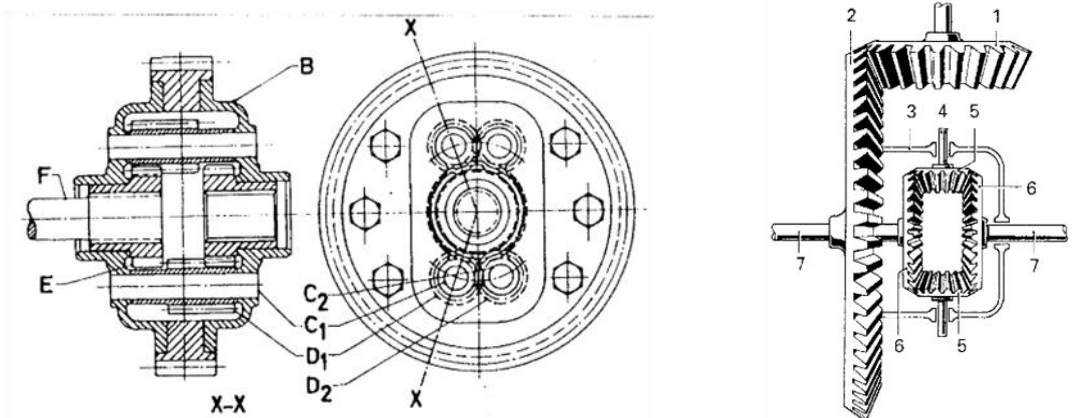
Teória vozidiel

Planétové prevodovky majú široké uplatnenie v kombinácií s hydromeničmi, alebo ďalšími prvkami a používajú sa aj ako prevodovky s radením pod zaťažením. Prevodový pomer planétového prevodu je možné stanoviť na základe Wilsonovho vzťahu. Vychádza z predpokladu, že pozorovateľ má stanovisko na unášači a planétovú prevodovku vidí ako súkolesie predlohové s pevným unášačom. Na základe tejto úvahy je možné prevod medzi korunovým kolesom a centrálnym kolesom vyjadriť nasledovne:

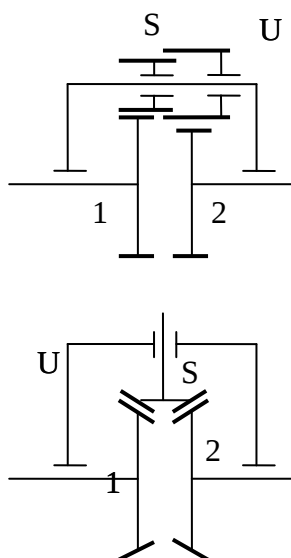
$$i_{1,2}^u = \frac{\omega_1 - \omega_u}{\omega_2 - \omega_u} = -\frac{Z_2}{Z_1} = -i''$$

Planétové prevodovky taktiež tvoria základ diferenciálov náprav.

Planetary gearbox as a basis for differentials



Kinematic scheme of basic types differential





Teória vozidiel

The differential equation is based on the condition that $z_2 = z_1$

$$i_{1,2}^u = \frac{\omega_1 - \omega_u}{\omega_2 - \omega_u} = -\frac{z_2}{z_1} = -i''$$

$$i_{1,2}^u = \frac{\omega_1 - \omega_u}{\omega_2 - \omega_u} = -1$$

then, after substituting into the basic equation, these cases can occur :

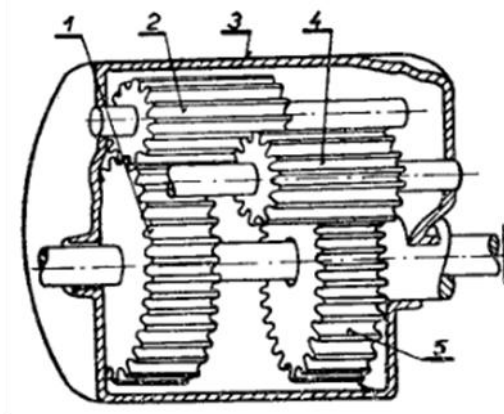
If $\omega_u = 0$ then (with the drive shaft braked if I overrun one of the wheels)

$$\omega_1 = -\omega_2$$

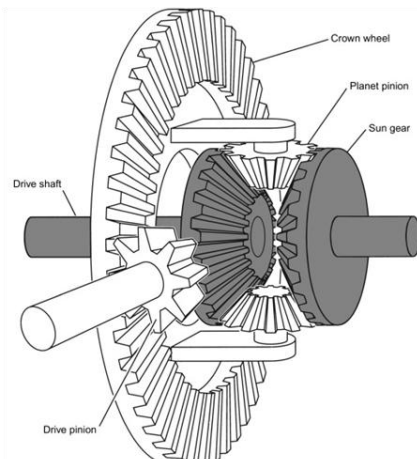
If $\omega_2 = 0$ then (wheel shifting condition on the car)

$$\frac{\omega_1 - \omega_u}{0 - \omega_u} = -1$$
$$\frac{\omega_1}{\omega_u} = 2$$

Spur differential

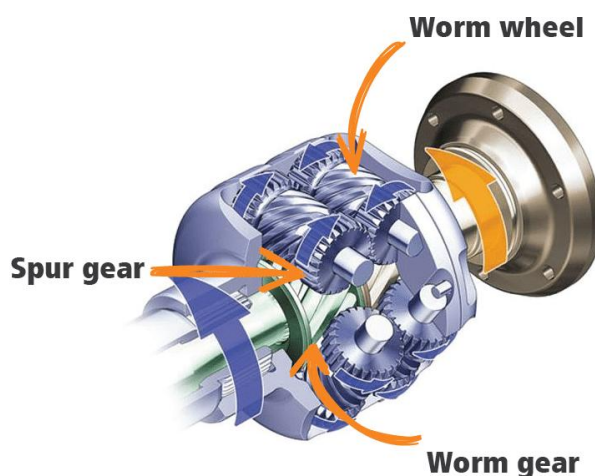


Bevel differential



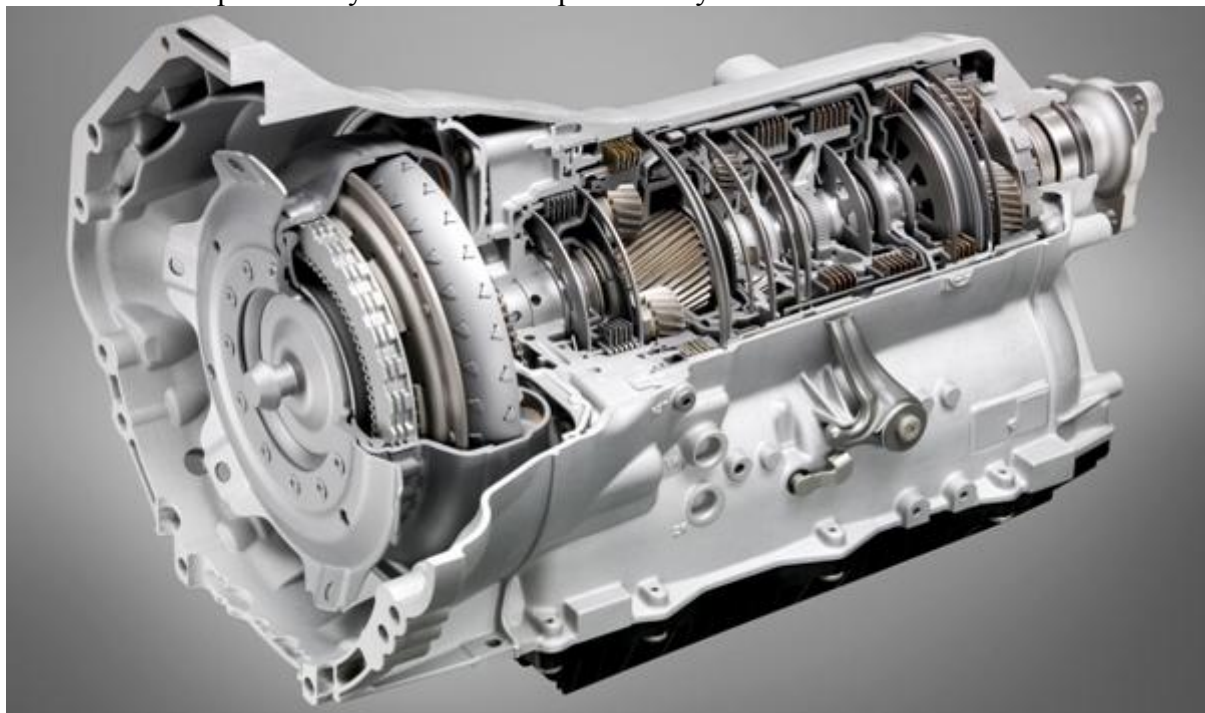


Worm differential - Torsen differential



Automatická prevodovka s meničom krútiaceho momentu

Namiesto klasickej suchej spojky využíva kvapalinové zariadenie nazývané menič krútiaceho momentu. Najčastejšie je umiestnený tam, kde tradičná spojka - medzi zotrvačníkom a prevodovkou. Jeho úlohou je podobne ako u spojky umožniť plynulé rozbehnutie sa a preniesť výkon motora do prevodovky.



Menič krútiaceho momentu funguje na princípe hydrodynamickej spojky. Na zotrvačníku je pripevnené lopatkové koleso olejového čerpadla, z ktorého stredy prúdi na lopatky olej. Odstredivou silou je olej vytláčaný po okrajoch. Oproti lopatkovému kolesu



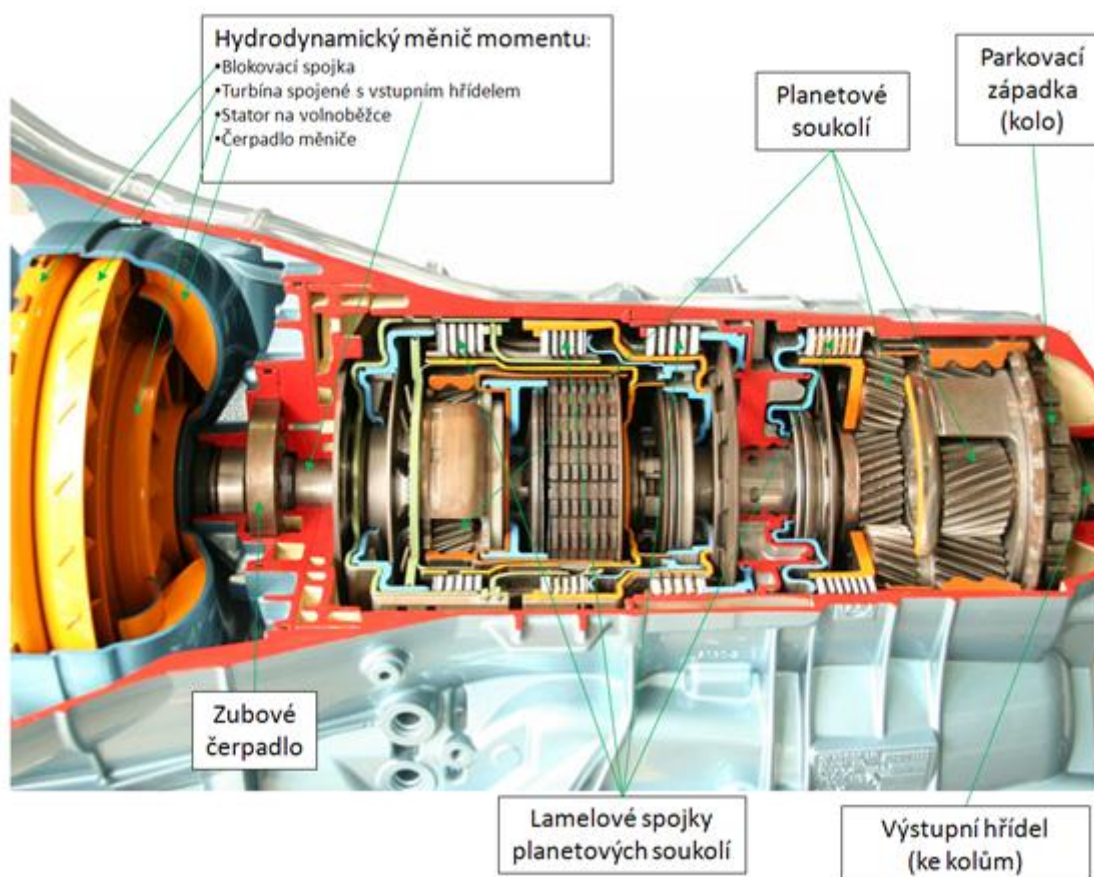
Teória vozidiel

čerpadlo sa nachádza turbína, do ktorej olej naráža a tým ju roztáča. Následne pretečie do stredu turbíny a je vrátený späť na do čerpadla. Tento proces prebieha kontinuálne.

O meniči krútiaceho momentu však môžeme hovoriť v pravom slova zmysle až po pridaní tretieho elementu - statora. Ide o ďalšiu sústavu lopatiek, ktorá je umiestnená medzi lopatkami čerpadla a turbíny.

Menič krútiaceho momentu môže byť v troch stavoch. Čerpadlo sa otáča a turbína stojí, ak má vodič nohu na brzde a zaradené D. Keď vodič uvoľní brzdú a pridá plyn, auto začne akcelerovať a turbína sa roztočí, no stále pomalšie ako lopatky čerpadla. Pri vysokej rýchlosti a udržiavaní konštantnej rýchlosti sú otáčky oboch takmer rovnaké. Moderné autá využívajú v meniči špeciálnu spojku, ktorá umožní obe strany navzájom uzamknúť a eliminovať tak straty.

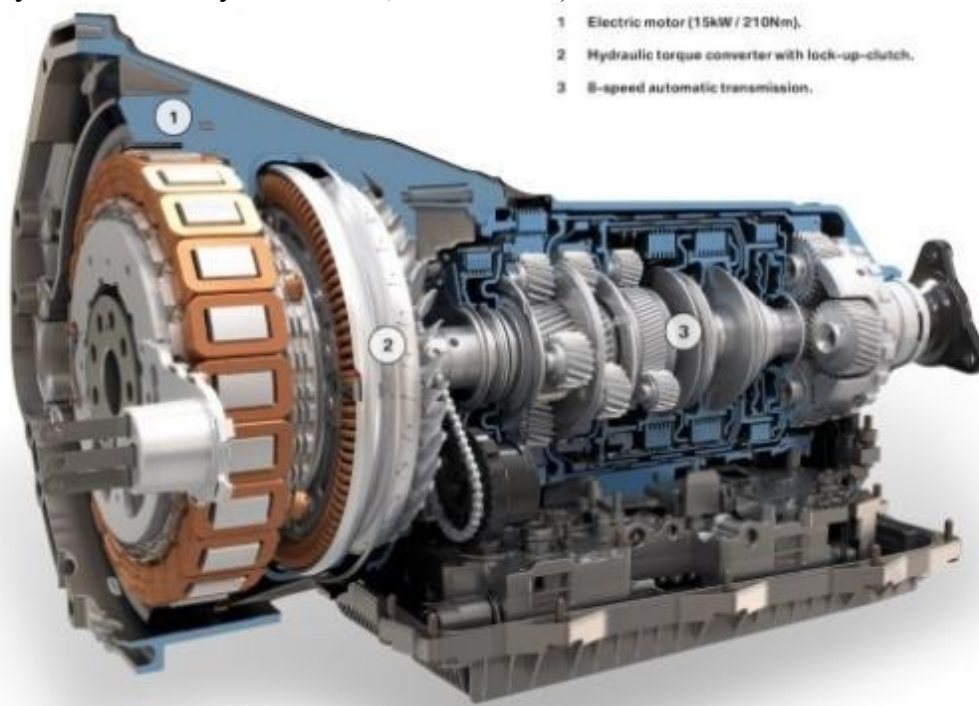
Prevody sú v automatickej prevodovke riešené inak ako u manuálnej. Namiesto priamych separátnych prevodov využíva automatická prevodovka planétové súkolia. Postupným pribrzdzením rôznych častí planétového prevodu pomocou jednosmerného ložiska alebo špeciálnych spojok sa mení výstupný prevodový pomer.





Teória vozidiel

Niektoré takéto prevodovky obsahujú aj mokrú viaclamelovú spojku a elektromotor (v prípade hybridov so zadným náhonom, vid' obrázok).



Robotizovaná prevodovka

Tento typ je z konštrukčného hľadiska veľmi podobný manuálnej prevodovke. Obsahuje tiež (najčastejšie) suchú spojku a synchronizovanú manuálnu prevodovku. Rozdielom je, že na radenie rýchlostí a ovládanie spojky sú použité servomotory, hydraulický systém resp. iné automatizované systémy. Vodič tak nemá k dispozícii spojkový pedál - všetko zaňho robí počítač.

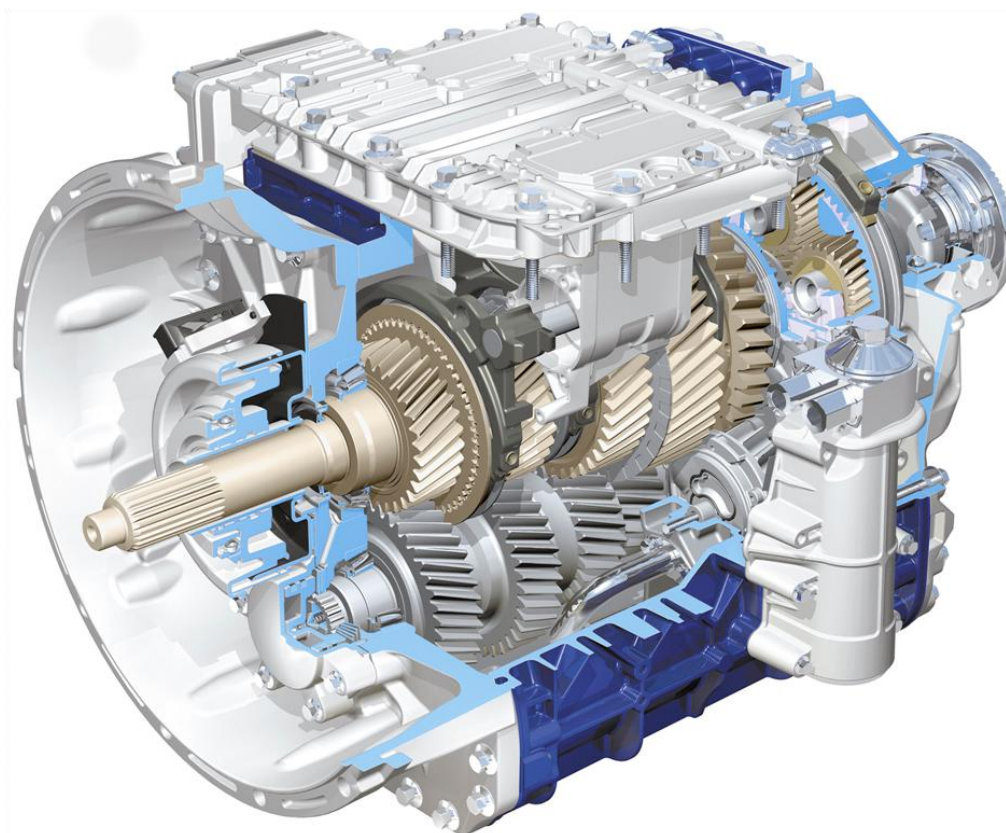


Radiaci systém robotizovanej prevodovky

Teória vozidiel

Navonok sa preto tento typ javí ako automat. Má rôzne výhody aj nevýhody v porovnaní s inými typmi automatických prevodoviek. Medzi výhody patrí nižšia hmotnosť v porovnaní s „klasickým“ a dvojspojkovým automatom, jednoduchšia konštrukcia. Nevýhodou je dlhší čas potrebný na preradenie (približne ekvivalentný manuálnemu radeniu) a niekedy nie úplne najplynulejšie reakcie.

Tento typ prevodovky sa dnes najčastejšie používa v malých autách (napr. Smart, Renault Twingo, Peugeot 2008 a iné). Medzi prvých výrobcov s týmto typom prevodoviek patrila Opel s označením Easy Tronic. V súčasnosti sa tieto typy prevodoviek začínajú v čoraz väčšej miere používať aj v úžitkových vozidlách.



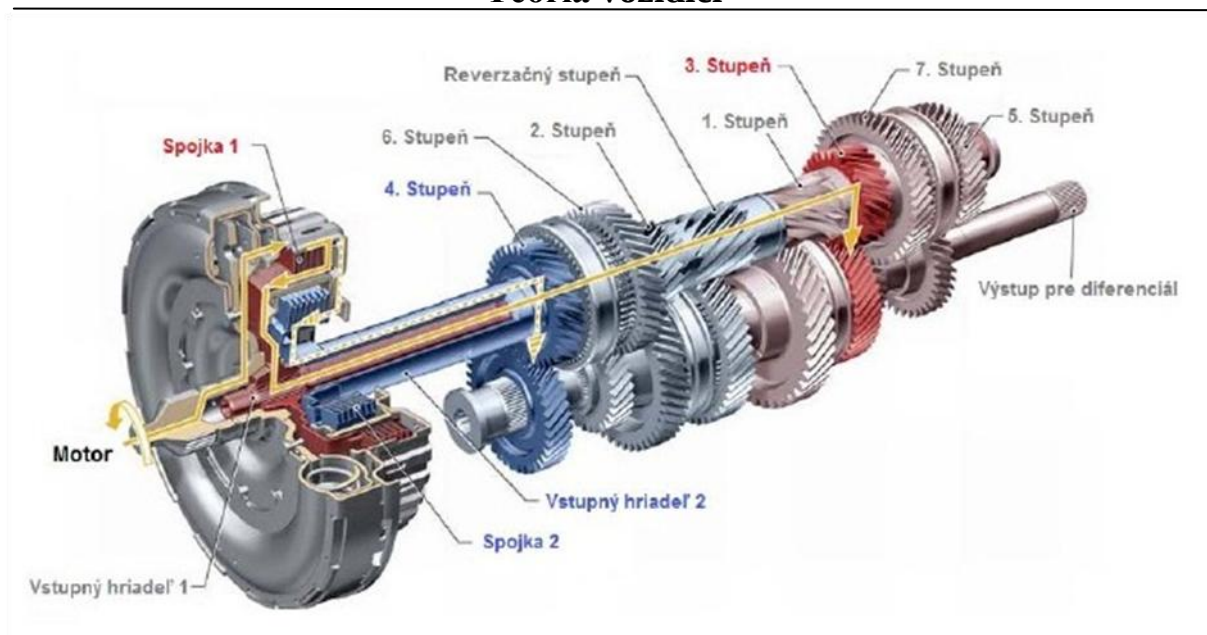
Robotizovaná prevodovka

Dvojspojková prevodovka

K najnovším typom automatickej prevodovky patrí tzv. dvojspojková prevodovka. Po funkčnej stránke je jej najbližšia manuálna prevodovka, ktorá je s motorom spojená dvojicou trecích spojok. Použitím dvoch spojok je odstránená jej najväčšia nevýhoda - pomalá reakcia. Plynulejšie je aj radenie (plynulejšie ako u manuálnej prevodovky).



Teória vozidiel



Dvojspojkovú prevodovku si môžeme predstaviť ako dve samostatne manuálne prevodovky s vlastnou spojkou - kde jedna prevodovka sa používa pre radenie parných rýchlostí a druhá pre radenie nepárnych rýchlostí. U dvojspojkovkej prevodovky môže trvať preradenie rádovo milisekundy, lebo prevodový stupeň je už predradený, a jeho zaradenie je závislé len na zopnutí, resp. vypnutí spojky.

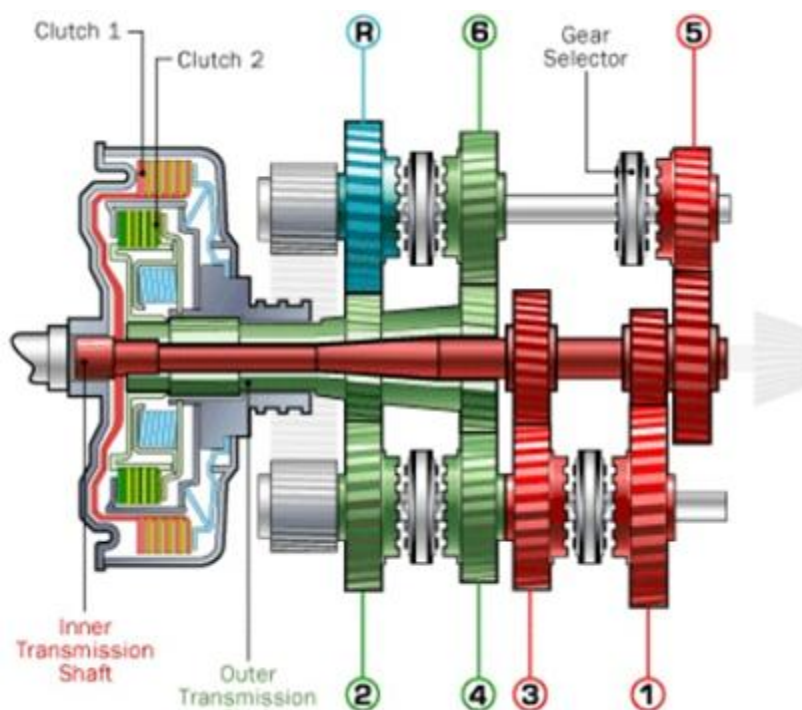


Schéma radenia rýchlostných stupňov v dvojspojkovkej prevodovke

Dvojspojková prevodovka využíva najčastejšie jeden z týchto typov spojok: dve suché trecie spojky (nie príliš rozdielne od tých pri klasickom manuáli) alebo dve viaclamelové mokré (olejové) spojky. Využitie jedného alebo druhého typu (často však pod tým istým



Teória vozidiel

komerčným označením) závisí od výkonu a krútiaceho momentu motora. Výhodou mokrých spojok je zvládnutie vyššieho krútiaceho momentu.

Suché spojky sú často umiestnené za sebou, na spoločnej osi. Obe sú rovnako veľké (napríklad TCT prevodovka koncernu Fiat). Druhým spôsobom implementácie je zhodná os ale rôzna veľkosť spojok. Jedna sa tak nachádza v druhej (napríklad prevodovka ZF s mokrými spojkami v BMW M3). Výkon prenášajú spojky striedavo, v závislosti od zaradenej párnej či nepárnej rýchlosti.

Spojky ovláda riadiaca jednotka a napríklad plynulé parkovanie či pohýnanie závisí od riadiacej jednotky prevodovky. Niektoré dvojspojkové prevodovky majú preto problém s plynulým parkovaním. Klasické automaty nie.

Známe komerčné označenia dvojspojkových prevodoviek sú DSG (nem. direktschaltgetriebe, angl. direct shift gearbox), DCT (dual clutch transmittion), TCT (twin clutch transmittion) a iné.

Sekvenčná prevodovka

(Sequential gearbox / transmittion)

Toto označenie sa používa u manuálnych prevodoviek, kde nie je možné priamo radiť rýchlostné stupne, len o jedno vyšší, alebo nižší stupeň - ide o prevodovky s postupným radením. V praxi slúži u väčšiny pretekárskych áut spojka s takouto prevodovkou len na pohýnanie sa a rýchlosti sa potom radia bez jej použitia. Umožňuje to použitie iného spôsobu synchronizácie rýchlostí. Výhodou takejto prevodovky je rýchlejšie radenie.

Overdrive

Označenie pre tzv. násobiče rýchlosti. Overdrive sa využíval napríklad u anglických áut zo šesťdesiatych a sedemdesiatych rokov (napr. Triumph „dolly“ Dolomite Sprint) v kombinácii s manuálnou štvorstupňovou prevodovkou a pohonom zadných kolies. Jedná sa o systém prídavnej planétovej prevodovky, pri ktorej je brzdené korunové koleso a tým dochádza k zmene koncového prevodu.





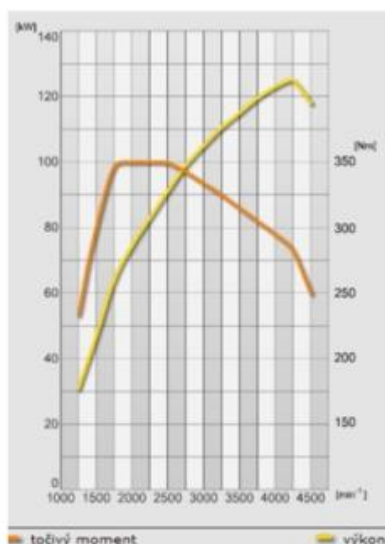
Teória vozidiel

Prevodovky s radením pod zaťažením a Násobiče krútiaceho momentu

Predovšetkým v oblasti ťažkých nákladných vozidiel, stavebných strojov, poľnohospodárskych strojov, lesnej techniky a pod. sa vyžaduje, aby radenie prevodových stupňov bolo, presné, rýchle, a aby sa radenie realizovalo pri nízkych podjazdových rýchlostiach pri vysokom zaťažení krútiacim momentom (napr. radenie rýchlosti pri orbe). Pre tieto účely sa používajú prevodovky s radením pod zaťažením. Pre krátkodobé a okamžité zvýšenie krútiaceho momentu sa používajú násobiče krútiaceho momentu. Uplatnenie v poľnohospodárskej technike našli aj hybridné prevodovky, ktoré kombinujú mechanické prevodovky s hydrostatickými prevodmi.

Násobiče krútiaceho momentu

Sú to zariadenia zaradené medzi spojku a prevodovku ktorých úlohou je bez vypnutia spojky zabezpečiť okamžitý nárast krútiaceho momentu. Pre tento účel sa využívajú dva druhy násobičov. Jeden pracuje na princípe planétových prevodoviek, druhý využíva trecie spojky.

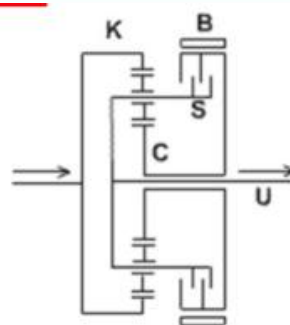


$$M_n = M_t * i_n * \eta_m$$

- A. Předlokové násobiče točivého momentu s čelním soukolím
- B. Planetové násobiče točivého momentu

Zapínání třecích elementů je:

- elektrohydraulické,
- mechanickohydraulické
- elektropneumatické



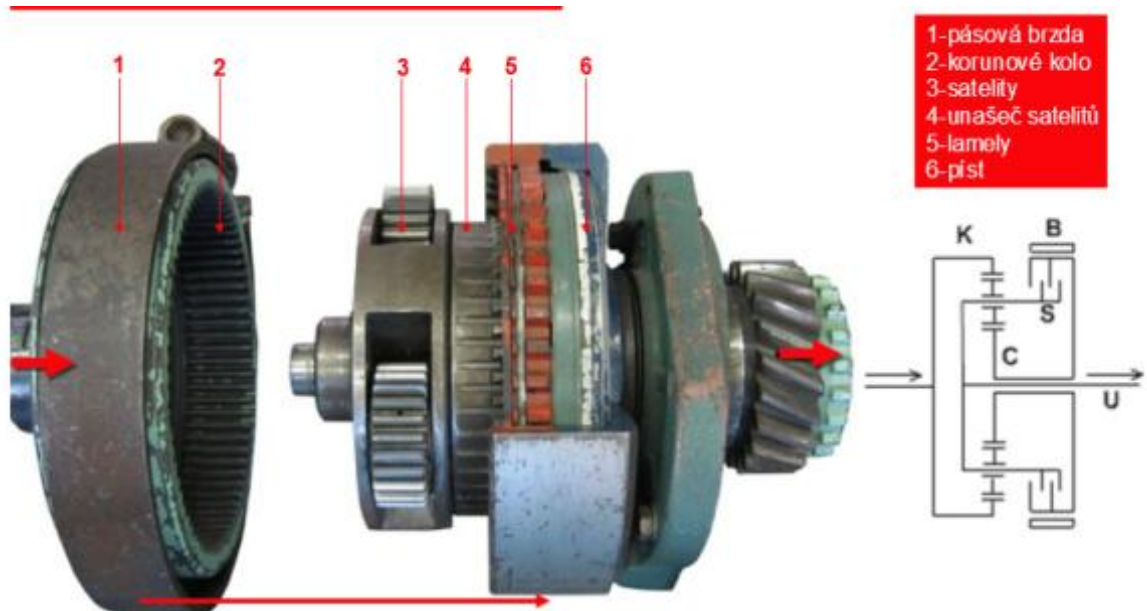
$$i_1 = 1$$

$$i_2 = 1 + \frac{Z_C}{Z_K}$$

Dvojstupňový násobič krútiaceho momentu na princípe planétovej prevodovky



Umiestnenie násobiča krútiaceho momentu pred hlavnou prevodovkou



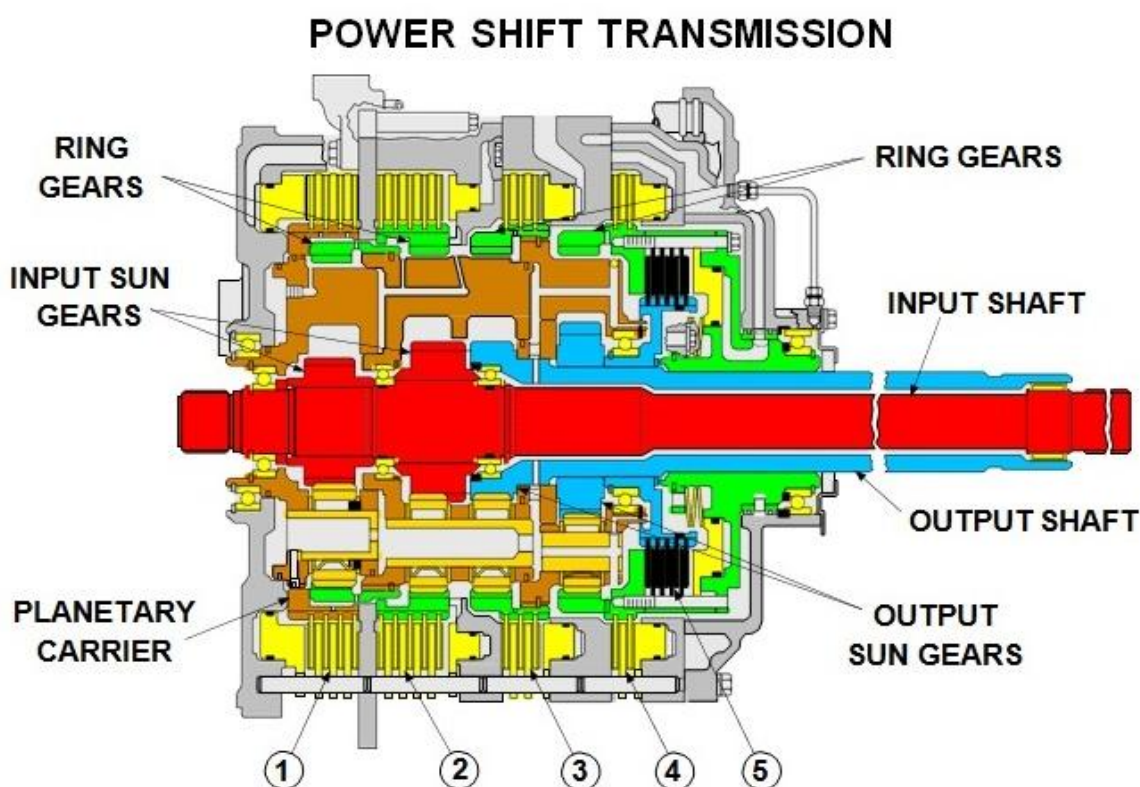
Násobič krútiaceho momentu

Teória vozidiel

Prevodovky s radením pod zaťažením - Power shift

Pri tomto spôsobe radenia a týchto prevodovkách sa vyžaduje radenie pod zaťažením bez odpojenia a spínania hlavnej spojky umiestnenej medzi motorom a prevodovkou. Konštrukčne sa jedná o manuálne prevodovky v ktorých sú miesto zubových spojok umiestnené medzi prevodovými kolesami trecie prevodové spojky. Pomocou spínania a odopínania týchto trecích prevodových spojok dochádza k zaradzovaniu prevodových rýchlostí.

Ďalšou konštrukčnou možnosťou prevodovky s radením pod zaťažením je konštrukcia prevodovky pomocou skupiny planétových prevodoviek zaradených za sebou.

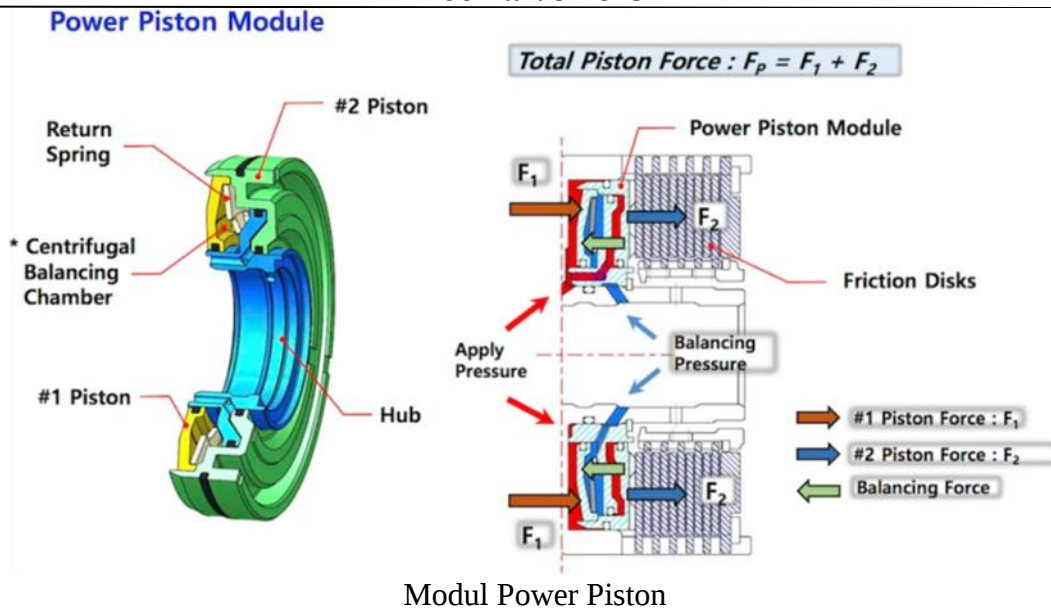


Prevodovka s radením pod zaťažením D9R

Power shift s trecími prevodovými spojkami

Schéma prevodovky s radením pod zaťažením s trecími prevodovými spojkami je na obr. Z obr. je zreteľný tok krútiaceho momentu v prevodovke. Najdôležitejšími časťami takýchto prevodoviek sú teda trecie spojky na ktoré sú kladené vysoké požiadavky, a ktorých vývoj je požadovaný.

Spojka je jedným z najdôležitejších komponentov používaných pri radení prevodových stupňov a zmene smeru dopredu a dozadu v prevodovom systéme. Bežné spojky v automatických prevodovkách pre osobné automobily, úžitkové vozidlá, traktory, stavebné vozidlá atď. sú zvyčajne jednolamelové suché spojky. V Power Shift prevodovkách sa používajú multidiskové (viaclamelové) mokré spojky zložené z hydraulicky ovládaného piestu a sady trecích diskov.



Modul Power Piston obr. bol vyvinutý na zvýšenie krútiaceho momentu a zvýšenie odvodu tepla v obmedzenom priestore spojky. Výkonový piestový modul tiež dokáže znížiť stratu odporu a dĺžku spojky pri zachovaní rovnakého krútiaceho momentu a tepelnej kapacity. Alebo sa môže použiť na zníženie tlaku oleja na zníženie straty výkonu na olejovom čerpadle.

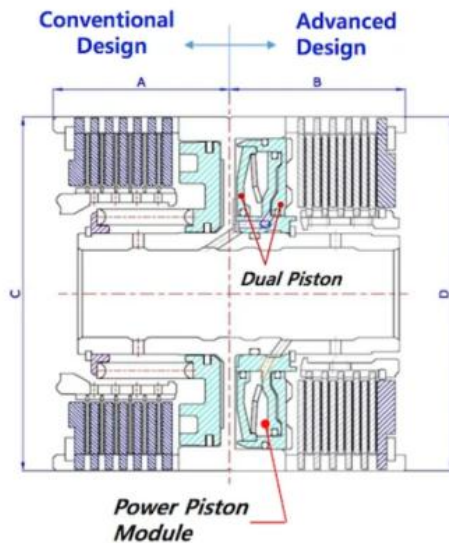
Modul s výkonnými piestami sa skladá z dvoch (2) piestov (dvojitých piestov), vratnej pružiny, odstredivej vyvažovacej komory (komôr) a všetky tieto komponenty sú vopred zostavené ako modul. Vďaka zväčšenej ploche piestu o dva piesty sa pri rovnakom tlaku oleja zvyšuje prítlačná sila piestu na vložku disku.

Aby sa demonštrovali výhody modulu Power Piston, bola konvenčná spojka s prevodom výkonu použitá pre traktory prepracovaná s modulom Power Piston. Pri rovnakom priemere a dĺžke spojky sa podstatne zvyšuje krútiaci moment a zvyšuje odvod tepla. Strata odporu sa tiež zníži, ako je uvedené nižšie;

- Krútiaci moment: Zvýšenie o 36%
- Odvod tepla: Zvýšený o 45%
- Strata odporu: Znížená o 16%



Design Comparison



Advantages :

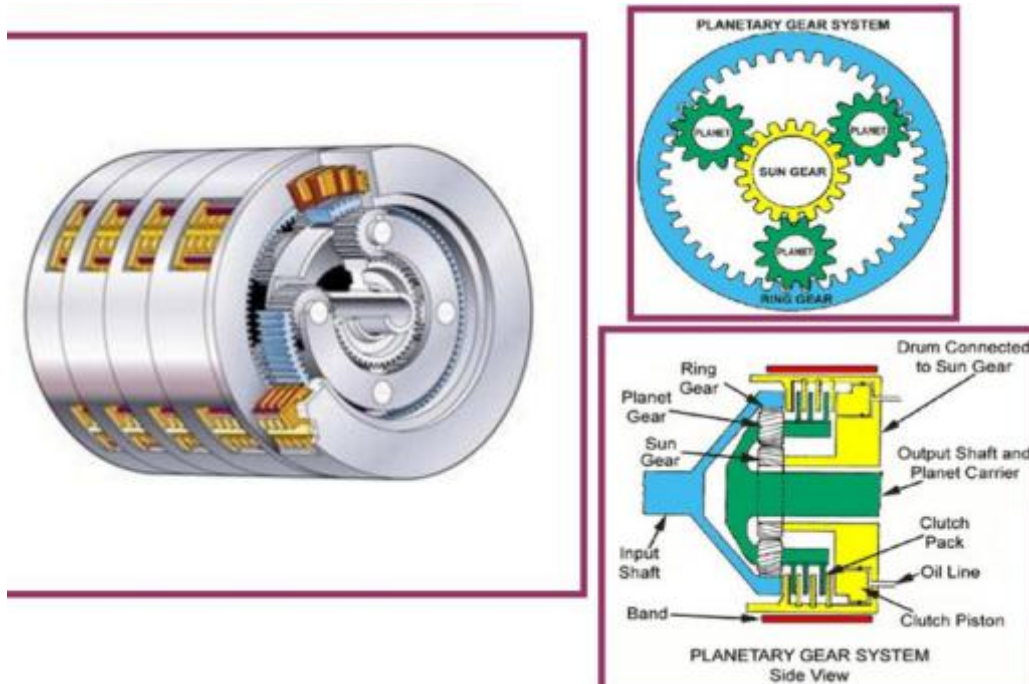
- Torque and Heat Capacity are increased by **36%** and **45%** respectively with same clutch dimensions and apply pressure
- Drag Loss is also reduced by **16%**

Specifications	Conventional Design		Advanced Design	
Dimensions	A	59.0 mm	B	59.0 mm
	C	Φ 122.5	D	Φ 122.5
Torque Capacity	589.2 N-m		799.5 N-m (36%↑)	
Heat Sink Mass	98.86 cm ³		143.67 cm ³ (45%↑)	
Piston Apply Pressure	1.60 MPa		1.60 MPa	
Drag Torque@1000 RPM	0.45 N-m		0.38 N-m (16%↓)	
Piston Area	72.74 cm ²		120.73 cm ²	
Facing Unit Pressure	2.13 MPa		2.85 MPa	
No. of Friction Facing	12 (double sided)		10 (single sided)	
Disk Clearance	0.2 mm / facing		0.2 mm / facing	
Total Friction Facing Area	596.0 cm ²		661.0 cm ²	

Výhody Modulu Power Piston v porovnaní s klasickým prevedením trecích spojok

Power shift so sériovo radenými planétovými prevodovkami

Takéto prevedenie prevodoviek, je veľmi náročné na výpočtový model, nie je možné dosiahnuť ľubovoľný prevod, a nie je možné používať iný druh ozubení ako čelné ozubenie s priamymi zubami. Výhodou je vyššia účinnosť v porovnaní s prevodmi s trecími spojkami.

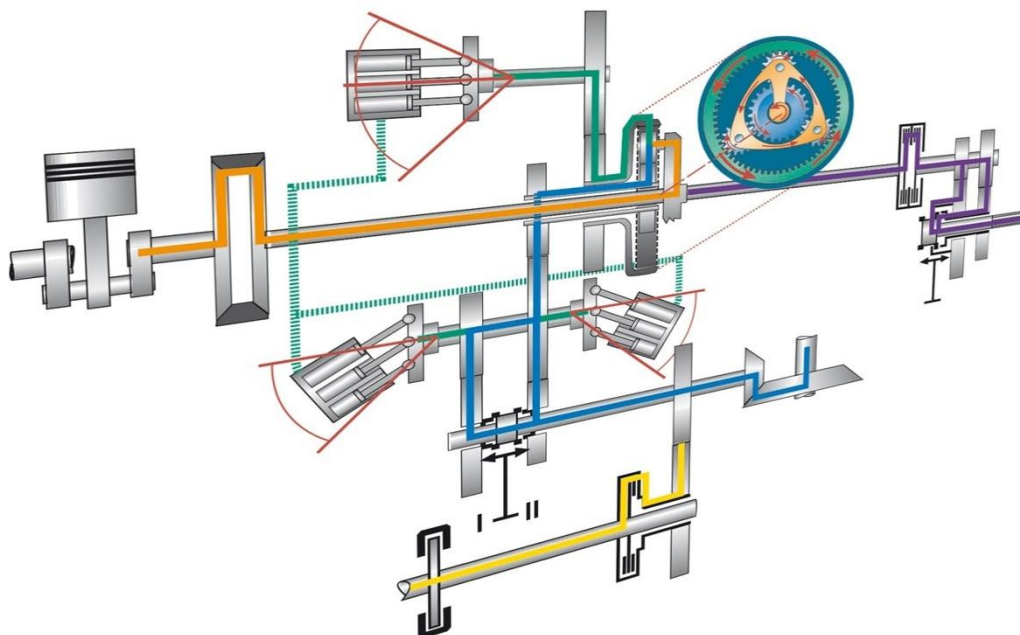


Power shift so sériovo radenými planétovými prevodovkami



Hybridné prevodovky s radením pod zaťažením

Hybridné prevodovky kombinujú dva alebo viac typov prevodových systémov. Zvyčajná kombinácia je mechanický prevod v kombinácii s hydrostatickým prevodom, ale pokusy sa realizujú aj v kombinácii elektromotor - mechanický prevod. Výhodou takejto kombinácie je plynulá zmena výstupných otáčok z prevodovky ktorú zabezpečuje práve hydrostatický prevod. Takýmto príkladom je prevodovka Fendt – Vario obr.



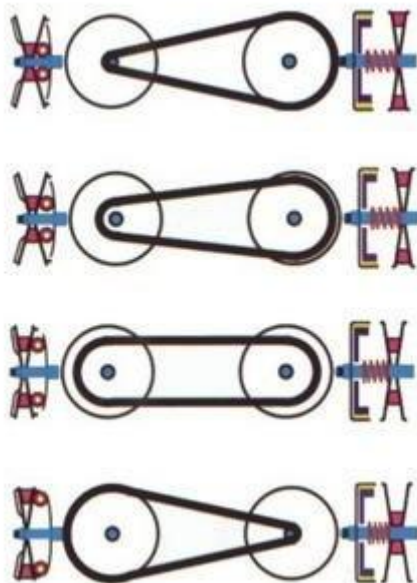
Obr. Prevodovka s plynulou zmenou prevodu Fendt – Vario.

Ako z obrázku vyplýva krútiaci moment je od spaľovacieho motora prenášaný na unášač satelitov planétovej prevodovky. Z korunového kolesa je poháňaný hydrogenerátor s regulačným rozsahom. Centrálné koleso je spojené so skupinovou prevodovkou. Pri zaradenom neutrály je poháňaný unášač. Výstupné centrálné koleso sa neotáča. Satelity roztáčajú korunové koleso ktoré otáča hydrogenerátorom. Hydromotor je nastavený na maximálny objem, ale hydrogenerátor je nastavený na minimálny objem a nedodáva tlakový olej do hydromotora. Pri rozjazde zmeny nastávajú u hydrogenerátora, ktorý sa začína naklápať a zväčšuje sa jeho objem. Tlakový olej je dodávaný do hydromotora a ten začne pretáčať centrálnym kolesom. Pokiaľ sa zaťaženie nezvyšuje začnú sa vyrovnávať rýchlosti medzi korunovým kolesom a centrálnym kolesom. So zvyšujúcimi sa otáčkami centrálneho kolesa dochádza k vypínaniu hydromotora sklonom do minimálneho objemu a prevod sa deje priamo od motora cez unášač na centrálné koleso. Spätný chod - reverzácia pohonu sa deje naklopením hydrogenerátora do opačnej polohy.



Prevodovky s plynulou zmenou prevodu

Prevodovky s plynulou zmenou prevodu, nazývané aj bezstupňové prevody, patria k tzv. trecím prevodovkám. Priebeh hnacej sily na kolese je možné vytvoriť plynulo podľa požadovanej trakčnej charakteristiky. Prevodovky s plynule meniteľným prevodom riešené ako trecie prevody sa nazývajú variátory. Variátory využívajú zmenu priemerov trecích kolies obr.



Obr. Variátorová prevodovka

CVT prevodovka

(Constant Variable Transmission / variátor)

Tento typ prevodovky umožňuje plynule meniť prevod bez potreby odpájať motor od prevodovky (u niektorých ale nájdete aj spojku, napríklad ostredivú). Jednu z prvých CVT prevodoviek vyrobila holandská automobilka DAF (Variomatic, 1959).

V autách je najčastejšie použitým typom CVT s dvoma rovnobežnými osami, dvoma párami pohyblivých kužeľových kolies a reťazou. Pri zmene prevodu sa kužele na jednej osi od seba vzdiaľujú zatiaľ čo na druhej približujú a opačne. Tak, aby zostala reťaz napnutá. Týmto spôsobom umožňujú plynule meniť prevodový pomer (v istom intervale).

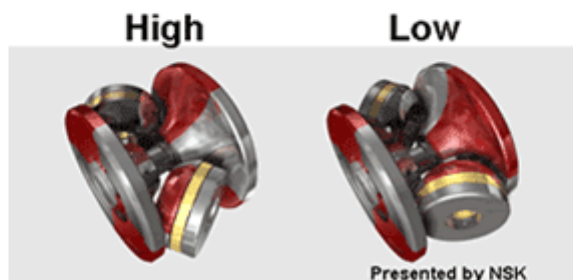
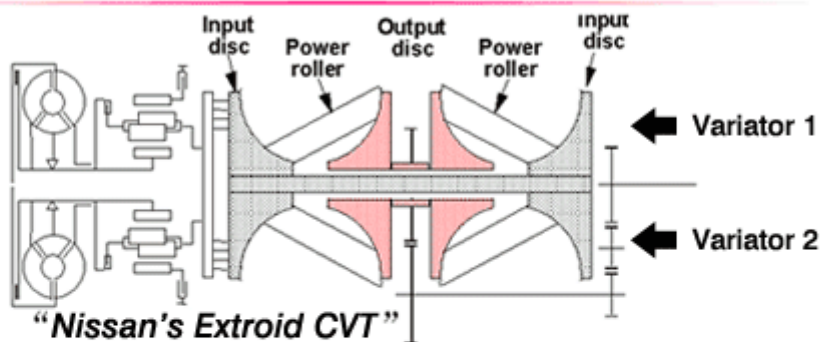
Výhodou CVT prevodoviek sú relatívne jednoduchá konštrukcia, plynulé radenie, možnosť využiť efektívne otáčky motora a dobré reakcie. Problémom je nízka efektivita (len asi 88 percent) a nemožnosť použiť CVT s motormi s vysokým krútiacim momentom.

Napriek tomu sa hlavne u japonských výrobcov CVT teší úspechu a na trhu sú stále novšie a novšie generácie (Subaru). Často sa tento typ prevodovky používa v aj hybridných autách (napr. Toyota Prius).



Niektoré CVT prevodovky simulujú sekvenčné radenie držaním fixného prevodu, kým vodič nezvolí iný (napríklad Nissan Juke alebo Subaru Outback). Zaujímavosťou je, že CVT prevodovky boli testované aj vo Formule 1 (1994).

Traction Continuously Variable Transmissions





TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Strojnícka fakulta

Teória vozidiel
