



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

260 818

(11)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 11 86
(21) PV 8139-86.V

(51) Int. Cl.³
F 16 H 1/42

(40) Zveřejněno 15 06 88
(45) Vydáno 1.11.1989

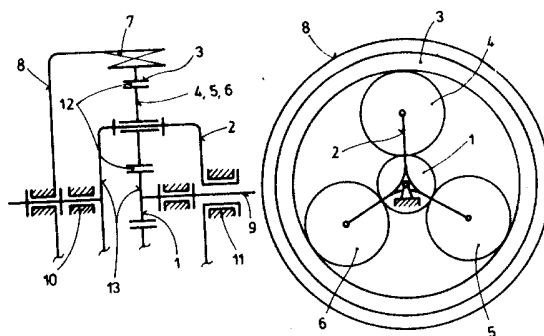
(75)
Autor vynálezu

PĚNKAVA JOSEF ing. CSc., PLZEŇ

(54)

Jednořadové planetové soukolí

Řešení se týká jednořadového planetového soukolí s ozubenými koly v provedení stereostaticky určitých koncepcí planetových a diferenciálních převodovek při současném rovnoměrném rozdělení výkonu nejvýše na tři satelity, a to i při předpokládaných výrobních úchylnostech ozubení a montážních nepřesnostech vnitřního soukolí. Podstata řešení spočívá v tom, že u jednořadového planetového soukolí je vytvořeno diferenciální ústrojí pouze na jednom z hlavních ozubených členů, jimiž jsou centrální kolo nebo korunové kolo, při rotačním uložení unašeče v radiálním a radiální ložisku a při letmém rotačním uložení nosiče korunového kola a rychloběžného hřídele centrálního kola s axiálním zajištěním k dosažení přídavné diferenciální pohyblivosti vnitřního ústrojí převodovky. Řešení jednořadového planetového soukolí může být využito u planetových nebo diferenciálních převodů různých strojírenských převodových zařízení, případně jako převodů vestavěných.



Vynález se týká jednořadového planetového soukolí s využitím ozubených kol s přímým nebo jednoduše šikmým ozubením a diferenciálního ústrojí.

Je známo několik jednořadových planetových soukolí v provedení jednořadových planetových převodovek s pružnými nebo pohyblivě uloženými hlavními členy planetové převodovky.

Některé z těchto typů provedení jednořadových planetových převodovek mají takto uloženy současně všechny hlavní členy, tj. centrální kolo, unášeč a korunové kolo. Tyto konstrukce mají například uloženo centrální kolo úplně volně při současném volném torzně pružném uložení korunového kola a vedení unášeče v jediném ložisku. Jiná takováto konstrukce používá volně uloženého centrálního kola a unášeče v pružně uloženém ložisku s hřídelem se spojkovým ozubením a k tomu ještě radiálního pohyblivého korunového kola. Tyto konstrukce jsou výrobně komplikované a navíc vedou na výrazně zvýšenou přídavnou pohyblivost vnitřního ústrojí, což může vést zvláště při přechodových stavech k zaklínění ozubených kol, k vyštípnutí jejich ozubení, případně k deformaci ozubení.

Dále jsou známy konstrukce, které používají k současnému uvolnění dvou hlavních členů jednořadové převodovky. Tyto konstrukce mají centrální kolo volně uloženo při současném uvolnění korunového kola buď pomocí pružného pouzdra, nebo složité kombinace pružných ohebných čepů a axiálních pružin. V těchto případech se vytváří, vedle složité výroby a eventuelní nemožnosti korektního dynamického vyvážení rotujícího korunového kola, při pracovní funkci vnitřního ústrojí převodovky nebezpečí vzniku velkých vibrací.

Jiné konstrukce řeší uvolňování členů spíše jen scholasticky, je to především konstrukce s uvolněným unášečem nebo konstrukce s uvolněnými pružně uloženými satelity na unášeči. Tyto konstrukce se v provozu jeví jako nespolehlivé. S další konstrukcí při bombírování čepů satelitů, eventuálně vývrtů satelitů nejsou žádné zkušenosti, provedení samo by bylo technologicky nepříznivé, výrobně nákladné.

Uvedené nevýhody odstraňuje jednořadové planetové soukolí s ozubenými koly s přímým nebo jednoduše šikmým ozubením podle vynálezu, sestávající z hlavních řídicích členů, kterými jsou centrální kolo, korunové kolo a unášeč se satelity. Podstata vynálezu spočívá v tom, že na jednom z hlavních ozubených členů, jimiž jsou centrální kolo a korunové kolo, je vytvořeno diferenciální ústrojí, kde nosič korunového kola a rychloběžný hřídel centrálního kola jsou uloženy letmo, a to rotačně pohyblivě a jsou axiálně zajištěny a kde unášeč je uložen rotačně, axiálně nepohyblivě v radiálním ložisku a radiaxiálním ložisku. Na unášeči jsou uloženy rotačně, axiálně nepohyblivě nejvýše tři satelity, jejichž počet je určen provedením diferenciálního ústrojí. Všechna ozubená kola jsou opatřena ozubením, u něhož poměr šířky ozubení ke průměru ozubení dosahuje hodnoty nejvýše 0,7.

Jednořadové planetové soukolí podle vynálezu je možno realizovat v provedení jednořadových planetových převodovek nebo jednořadových diferenciálních převodovek. Vlastním koncepčním řešením jednořadového planetového soukolí včetně vytvoření diferenciálního ústrojí na jediném z hlavních ozubených členů, kterými jsou centrální kolo a korunové kolo, se docílí přídavné diferenciální pohyblivosti vnitřního soukolí. Výpočtem podle teorie vazbové závislosti se ověří funkční pohyblivost planetového soukolí jakožto soustavy členů, včetně přídavné diferenciální pohyblivosti jeho členů. Toho se také využívá k dosažení stereostatické určitosti celé koncepce, tj. rovnoměrného rozdělení výkonu na jednotlivé satelity a k jednoznačnému určení všech silových účinků v záběrech ozubení, a to i při předpokládaných výrobních úchylnkách ozubení a montážních nepřesnostech vnitřního soukolí. Stereostatické určitosti koncepce jednořadového planetového soukolí lze dosáhnout při počtu satelitů nejvýše tři, a to vždy při použití tomu odpovídajícího vhodného diferenciálního ústrojí.

Diferenciální ústrojí může být vytvořeno jako pružné pomocí pružných prvků z pryže, plastické hmoty či pružinové ocele a jejich kombinací. Může být též vytvořeno jako mechanické, například pomocí dvojnásobného spojkového ozubení. Diferenciální ústrojí lze vytvořit jako kombinaci pružného a mechanického diferenciálního ústrojí.

Pružné prvky mohou být realizovány například ve tvaru pružného válcového nebo kuželového pouzdra. Jiné provedení jsou pružné bloky nebo segmenty uspořádané radiálně nebo tangenciálně vůči ose rotace ozubených kol. Jiný způsob realizace pružných prvků jsou silentbloky s možností různého tvarování a osového uspořádání. Při provedení těchto pružných prvků je možno použít jako elastického materiálu pryže s dobrými dynamickými vlastnostmi a současně olejivzdorné, nebo plastické hmoty opět s obdobnými vlastnostmi. Další provedení pružných prvků jsou pružná ocelová pera či pružiny z pružinové ocele nebo jejich svazky s bloky. Jiným provedením jsou ohybové a torzně pružné hřídele nebo mezikusy. Je možno také vzájemně kombinovat jednotlivé druhy a typy provedení pružných prvků.

Ve všech těchto případech použití pružných prvků plní jednořadové planetové soukolí zapojené do soustrojí nebo vestavěné do složitějšího převodového ústrojí funkci pružné spojky.

Diferenciální ústrojí mechanické může být vytvořeno v provedení se závěsovými klouby, vahadly, případně pomocí osově uvolněných ozubených kol. Zvláštním případem je provedení pomocí spojkového ozubení, zejména pak pomocí dvojnásobného spojkového ozubení s variantami spojkového ozubení vnějšího nebo vnitřního s patřičnými funkčními vůlemi.

U některých jednořadových planetových soukolí může být diferenciální ústrojí vytvořeno jako kombinace prvků pružného a mechanického diferenciálního ústrojí. Příkladem může být diferenciální ústrojí ve formě ohybové a torzně pružného hřídele, mezikusu ve spojení se spojkovým ozubením nebo v jiném případě diferenciální ústrojí vytvořené mezi centrálním kolem a rychloběžným hřídelem ve tvaru prodlouženého letmo uloženého hřídelíku ohybové a torzně pružného.

U ozubení některých ozubených kol může být podle hodnoty relativního poměru šířky ozubení k průměru provedena podélná modifikace ozubení, tj. malé zaoblení po šířce ozubených kol.

Jednořadové planetové soukolí podle vynálezu může být využito v provedení jednořadové planetové převodovky, tj. v případě, že jeden z hlavních členů, centrální kolo a korunové kolo, je zastaven, neotáčí se, nebo v provedení pseudoplanetové převodovky, kdy je zastaven další hlavní člen - unášec. Jednořadového planetového soukolí může být využito také v provedení diferenciální převodovky, a to v případě, že všechny hlavní členy se otáčejí.

Na obrázcích 1 až 6 jsou uvedena ve schematickém zobrazení různá alternativní provedení funkčního a koncepčního řešení jednořadového planetového soukolí v osových řezech podle vynálezu. Všechna ozubená kola jsou provedena s relativně úzkým ozubením, které není na obrázcích prokresleno. Úzkým ozubením se rozumí ozubení, u něhož poměr šířky ozubení ku průměru ozubení dosahuje nejvýše hodnoty 0,7.

Na obr. 1 je schematicky zakresleno i s bokorysovým pohledem jednořadové planetové soukolí v provedení jednořadové planetové převodovky s hlavními členy 13, a to s rotujícím unášecem 2 se satelity 4,5,6 a s rotujícím centrálním kolem 1 při zastaveném korunovém kole 3. Unášec 2 je uložen v radiálním ložisku 10 a radiaxiálním ložisku 11. Nosič 8 korunového kola 3 a rychloběžný hřídel 9 centrálního kola 1 jsou při letném rotačním uložení axiálně zajištěny. Diferenciální ústrojí 7 je vytvořeno na zastaveném korunovém kole 3. V planetové převodovce jsou použity tři satelity 4,5,6, které jsou uloženy na unášeci 2 rotačně, axiálně neposuvně.

Na obr. 2 je nakresleno schema jednořadové planetové převodovky opět s rotujícím unášecem 2 a s rotujícím centrálním kolem 1 při zastaveném korunovém kole 3. Unášec 2 je opět uložen v radiálním ložisku 10 a radiaxiálním ložisku 11. Nosič 8 korunového kola 3 a rychloběžný hřídel 9 centrálního kola 1 jsou uloženy rotačně letmo s axiálním zajištěním. Diferenciální ústrojí 7 je nyní vytvořeno na centrálním kole 1. Planetová převodovka může mít tři rotující satelity ^{4,5,6}, případně dva nebo jen jeden, axiálně zajištěné, uložené na unášeci 2.

Na obr. 3 je schematicky zobrazena opět jednořadová planetová převodovka v alternativě s rotujícím korunovým kolem 3, rotujícím centrálním kolem 1 a zastaveným unášecem 2. Toto provedení převodovky se nazývá pseudoplanetová převodovka. Nosič 8 korunového kola 3 a rychloběžný hřídel 9 centrálního kola 1

jsou při letmém rotačním uložení axiálně zajištěny. Diferenciální ústrojí 7 je vypracováno na rotujícím korunovém kole 3. Podle realizace diferenciálního ústrojí 7 je použito tří satelitů 4,5,6, dvou satelitů 4,5, nebo jednoho 4, uložených na unášeči 2 rotačně, axiálně nepohyblivě.

Další alternativní provedení jednořadové pseudoplanetové převodovky z obr. 3 y vzniklo při aplikaci diferenciálního ústrojí 7 na centrálním kole 1.

Obr. 4 ukazuje schéma jednořadové planetové převodovky s rotujícím unášečem 2 a s rotujícím kolem 3 při zastaveném centrálním kole 1. Unášeč 2 je uložen současně v radiálním ložisku 10 a radiaxiálním ložisku 11. Nosič 8 korunového kola 3 je uložen letmo rotačně s axiálním zajištěním. I v tomto případě je použito diferenciálního ústrojí 7, a to na centrálním kole 1. Podle uspořádání diferenciálního ústrojí 7 je použito buď tří satelitů 4,5,6, dvou satelitů 4,5, nebo jednoho satelitu 4. Ve všech těchto případech jsou uloženy satelity 4,5,6 na nosiči 8 pouze s rotační pohyblivostí při jejich axiálním zajištění. Jako alternativní provedení tohoto případu jednořadové planetové převodovky by byla aplikace diferenciálního ústrojí 7 mezi korunovým kolem 3 a nosičem 8 korunového kola 3.

Na obr. 5 a 6 jsou schematicky zobrazena jednořadová planetová soukolí v provedení diferenciálních převodovek, kde všechny hlavní členy 13, centrální kolo 1, unášeč 2 a korunové kolo 3, se současně otáčejí. Tím je splněna pro diferenciální převod obecná funkcionární závislost otáček těchto hlavních členů 13 tj. $f(n_1, n_2, n_3) = 0$, kde n_1, n_2, n_3 jsou otáčky centrálního kola 1, unášeče 2 a korunového kola 3. Unášeč 2 je opět uložen v radiálním ložisku 10 a radiaxiálním ložisku 11. Nosič 8 korunového kola 3 a rychloběžný hřídel 9 centrálního kola 1 jsou uloženy letmo s rotační pohyblivostí při axiálním zajištění. V diferenciální převodovce je použito podle vlastního provedení diferenciálního ústrojí 7 buď tří satelitů 4,5,6, nebo dvou satelitů 4,5 či jednoho satelitu 4, uložených na unášeči 2 rotačně s axiálním zajištěním.

Obr. 5 zobrazuje diferenciální ústrojí 7 vytvořené na korunovém kole 3, obr. 6 zobrazuje diferenciální ústrojí 7 vytvořené na centrálním kole 1.

Pro všechna provedení jednořadového planetového soukolí na obr. 1 až 6 je pro zlepšení sezení ozubení 12 po jeho šířce, při záběru ozubených kol, provedeno ozubení 12 s podélnou modifikací.

Na závěr je důležité uvést, že jednořadového planetového soukolí podle tohoto vynálezu může být využito v provedení planetové nebo diferenciální převodovky nejen jako samostatné převodové jednotky, ale také jako vestavěného převodu nebo jako součásti složitějšího převodového ústrojí, mechanismu či převodového zařízení. Jednořadového planetového soukolí by mohlo být také použito při řazení převodových stupňů za sebou, případně vedle sebe.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

260 818

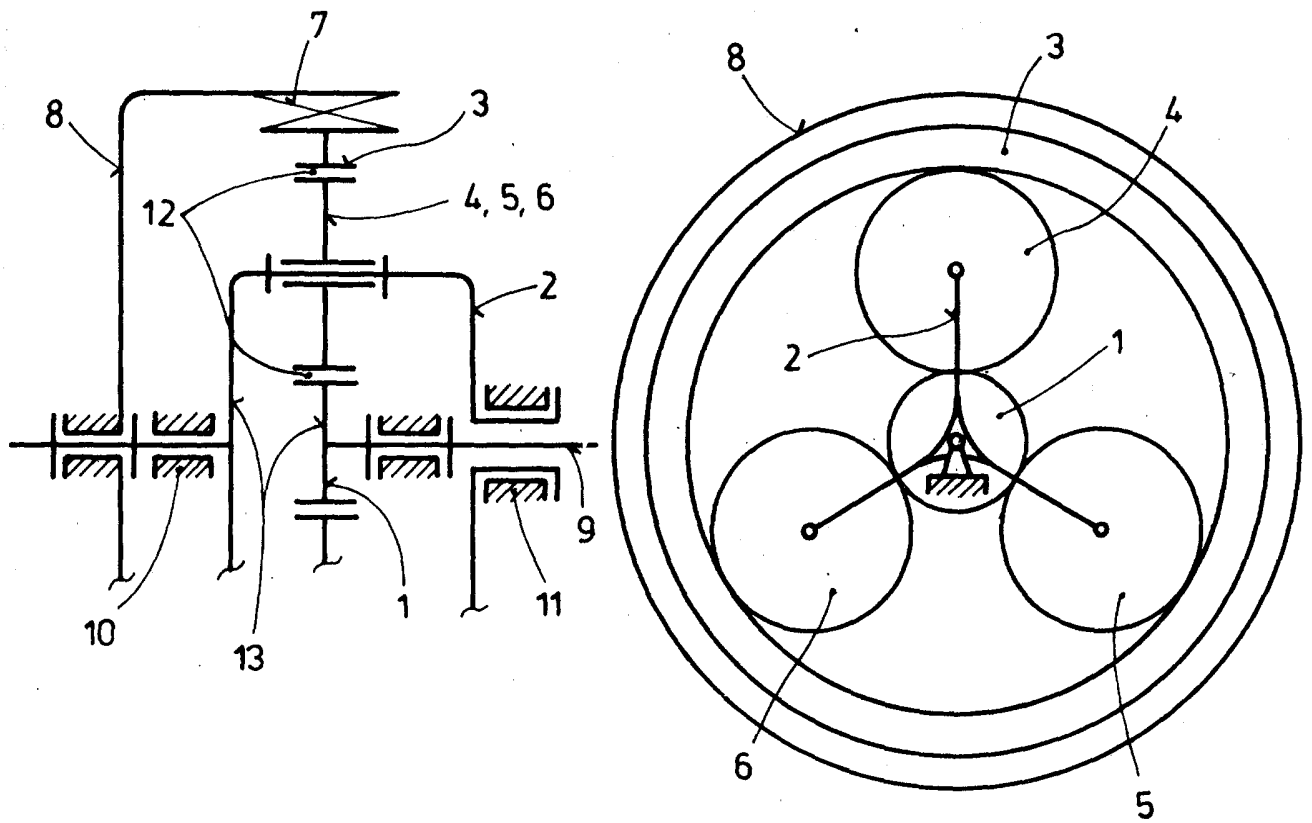
1. Jednořadové planetové soukolí, s ozubenými koly s přímým nebo jednoduše šikmým ozubením, sestávající z hlavních řídících členů, kterými jsou centrální kolo, korunové kolo a unášeč se satelity, vyznačené tím, že na jednom z hlavních ozubených členů (13), jimiž jsou centrální kolo (1) a korunové kolo (3), je vytvořeno diferenciální ústrojí (7), kde nosič (8) korunového kola (3) a rychloběžný hřídel (9) centrálního kola (1) jsou uloženy letmo, a to rotačně pohyblivě a jsou axiálně zajištěny a kde unášeč (2) je uložen rotačně, axiálně nepohyblivě v radiálním ložisku (10) a radiaxiálním ložisku (11), zatímco na unášeči (2) jsou uloženy rotačně, axiálně nepohyblivě nejvýše tři satelity (4,5,6), jejichž počet je určen provedením diferenciálního ústrojí (7), přičemž všechna ozubená kola jsou opatřena ozubením (12), u něhož poměr šířky ozubení ku průměru ozubení dosahuje hodnoty nejvýše 0,7.

2. Jednořadové planetové soukolí podle bodu 1, vyznačené tím, že diferenciální ústrojí (7) je vytvořeno jako pružné pomocí pružných prvků.

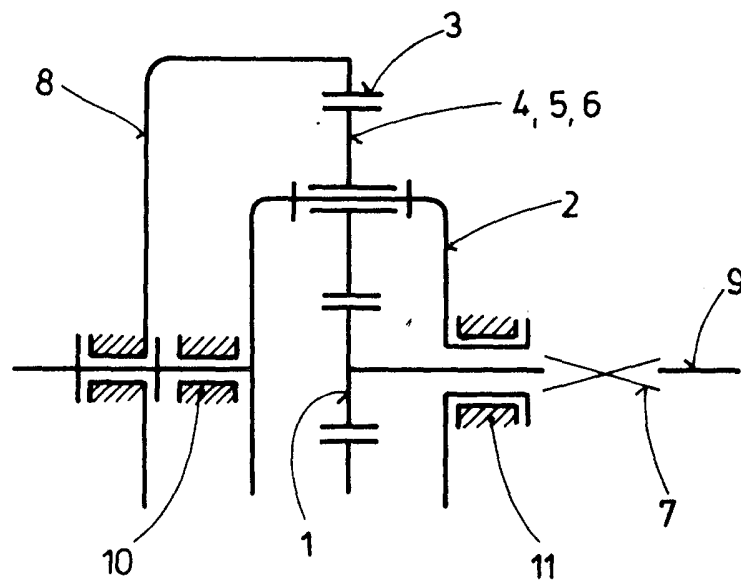
3. Jednořadové planetové soukolí podle bodu 1, vyznačené tím, že diferenciální ústrojí (7) je vytvořeno jako mechanické.

4. Jednořadové planetové soukolí podle bodu 1, vyznačené tím, že diferenciální ústrojí (7) je vytvořeno jako kombinace pružného a mechanického diferenciálního ústrojí.

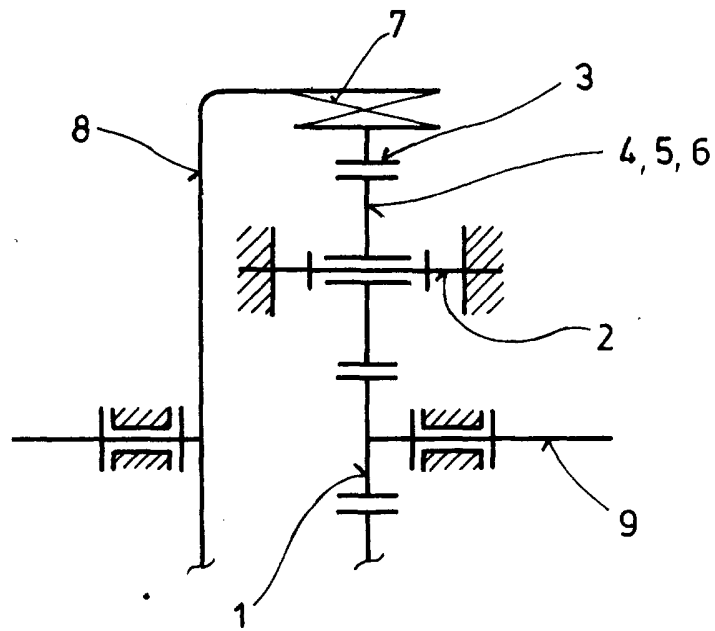
5. Jednořadové planetové soukolí podle bodu 1, vyznačené tím, že ozubení (12) ozubených členů (13) je provedeno s podélnou modifikací.



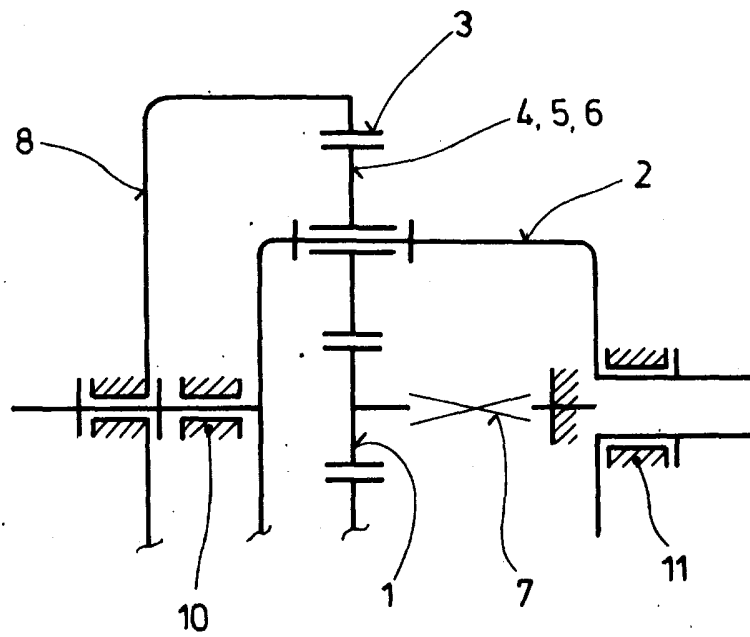
Обр. 1



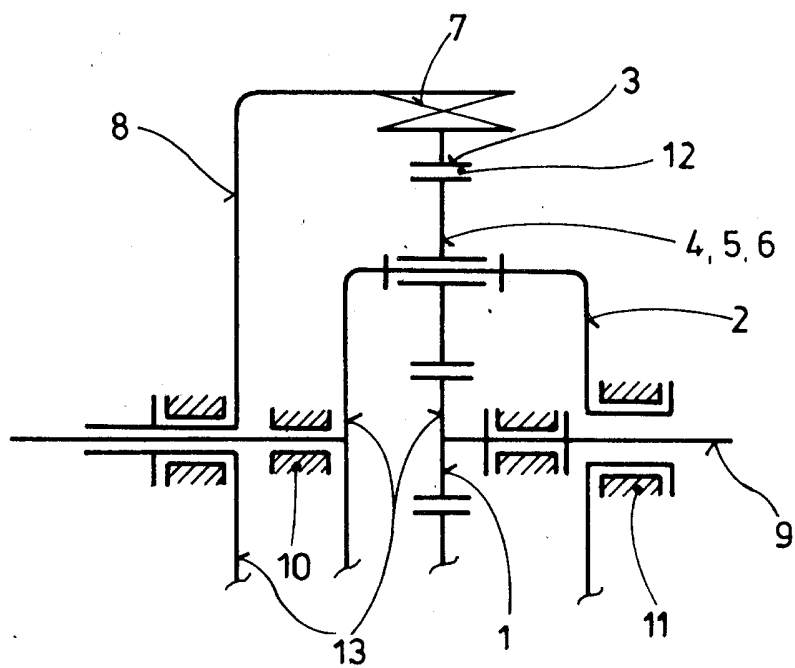
Обр. 2



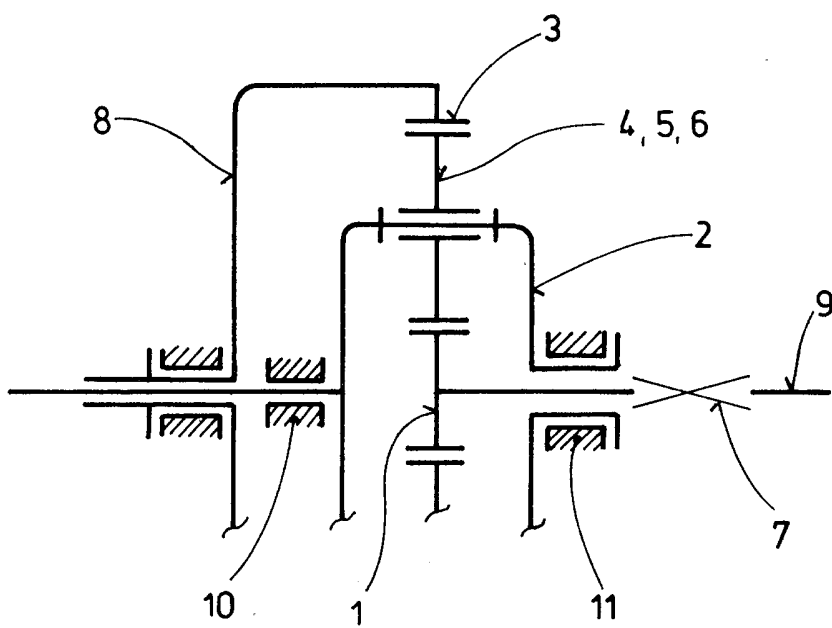
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6