PATENTOVÝ SPIS

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1996 - 2407**

(22) Přihlášeno: **13.02.1995**

(30) Právo přednosti:
14.02.1994 SK 1994/174

(40) Zveřejněno: **11.12.1996**
(Věstník č. 12/1996)

(47) Uděleno: **28.02.2001**

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: **16.05.2001**
(Věstník č. 5/2001)

(86) PCT číslo: **PCT/IB95/00097**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO 95/22017**

(11) Číslo dokumentu:

288 140

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.[7]:
F 16 H 1/32

(73) Majitel patentu:
SPINEA S. R. O., Košice, SK;

(72) Původce vynálezu:
Janek Bartolomej, Prešov, SK;

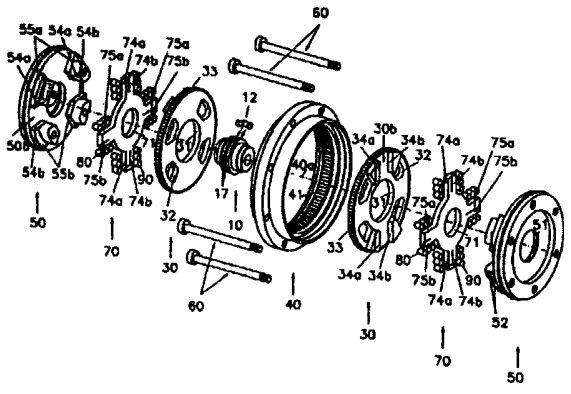
(74) Zástupce:
Řezáč Petr Ing. CSc., Severovýchodní VI 629/9, Praha 4, 14100;

(54) Název vynálezu:

Převodovka

(57) Anotace:

Převodovka má nejméně jedno kolo /40/ s vnitřním ozubením /41/, nejméně jedno výstupní těleso /50/ otočně uložené vzhledem ke kolu /40/, nejméně jednu excentrickou část /17/, na které je otočně uloženo nejméně jedno kolo /30/ s vnějším ozubením /33/, které zabírá s vnitřním ozubením /41/. Když má převodovka dvě nebo více kol /30/, pak nejméně jedno kolo /30/ je umístěno mezi výstupními tělesy /50/. Transformační těleso /70/, které převádí planetární pohyb kola /30/ na rotační pohyb výstupního tělesa /50/, je umístěno mezi kolem /30/ a výstupním tělesem /50/. Transformační těleso /70/ je posuvně uloženo vzhledem ke kolu /30/ a výstupnímu tělesu /50/ a pohybuje se příčně k ose výstupního hřídele /10/.



CZ 288140 B6

Převodovka

Oblast techniky

Vynález se týká převodovky s nejméně jedním kolem s vnitřním ozubením, s nejméně jedním výstupním tělesem otočně uloženým vzhledem k tomuto kolu a s výstupní hřídelí s nejméně jednou excentrickou částí, na které je otočně uloženo nejméně jedno druhé kolo opatřené vnějším ozubením zabírajícím s vnitřním ozubením prvního kola, přičemž ze dvou nebo více těchto druhých kol nejméně jedno je uloženo mezi výstupními tělesy.

Dosavadní stav techniky

Uvedený druh převodovek se používá zvláště při převodových poměrech v rozsahu 1 : 6 až 1 : 250 při velkém specifickém namáhání ve vztahu k hmotnosti a vnějším rozměrům převodovky. Původní převodovky s velkými převodovými poměry jsou známy například z US patentu 4 846 018. U těchto převodovek se skládá redukční mechanismus z jednoho primárního a jednoho sekundárního redukčního stupně. Primární stupeň se skládá z jednoho centrálního pastorku a několika satelitních kol s ozubením na čelní ploše. Sekundární stupeň sestává ze systému zalomených hřídelí, jejichž excentrické části nesou otočně uložené ozubené dráhy s vnějším ozubením, které zabírají s vnitřním ozubením kola. Zalomené hřídele jsou uloženy svými konci v přírubách, které jsou navzájem neotočně spojeny. Centrální pastorek spolupůsobí se satelitními koly prvního stupně, které jsou uspořádány na vstupní části klikového hřídele. Podstatná nevýhoda této převodovky spočívá v její malé specifické momentové kapacitě, která je omezena přenosem síly v ložisku vstupního zalomeného hřídele. Kromě toho je dimenzování valivých ložisek zalomených hřídelí voleno tak, že malé převodovky řádově rozměrů 50 až 100 mm nelze prakticky vyrobit. Tato válečková ložiska omezují i specifickou momentovou kapacitu převodovky. V patentu DE 28 35 973 je dále popsána převodovka, která se rovněž skládá z centrální vstupní hřídele, na jejíchž excentricky uložených čepech jsou otočně uložena satelitní kola s vnějším ozubením. Tato ozubená kola zabírají s kolem s vnitřním ozubením. Satelitní kola jsou opatřena průchozími axiálními otvory. Aby se odstranilo kluzné tření v podélném kontaktu mezi čepy a satelitními koly sekundárního stupně, jsou čepy opatřeny pouzdry, které však vlastní kluzné tření a s ním spojené problémy neodstraňují. Kvůli kluznému tření a tím vznikajícímu ztrátovému teplu jsou stálé otáčky převodovky časově omezeny. Toto tření způsobuje opotřebení kontaktních ploch a zvyšuje nepřesnosti v redukčním mechanismu převodovky, což je nežádoucí zejména tehdy, kdy je vyžadována vysoká přesnost funkce převodovky. Je známo, že je pak nutno také vyžadovat vysokou výrobní přednost jednotlivých součástí převodovky.

Podstata vynálezu

Uvedené nedostatky odstraňuje do značné míry převodovka s nejméně jedním kolem s vnitřním ozubením, s nejméně jedním výstupním tělesem otočně uloženým vzhledem k tomuto kolu a s výstupní hřídelí s nejméně jednou excentrickou částí, na které je otočně uloženo nejméně jedno druhé kolo opatřené vnějším ozubením, zabírajícím s vnitřním ozubením prvního kola, přičemž ze dvou nebo více těchto druhých kol nejméně jedno je uloženo mezi výstupními tělesy jejíž podstata spočívá v tom, že mezi druhým kolem a výstupním tělesem je umístěno transformační těleso převádějící planetární pohyb kola na rotační pohyb výstupního tělesa a transformační těleso je vzhledem ke kolu a výstupnímu tělesu posuvně uloženo a vzhledem k ose výstupní hřídele vykonává příčný pohyb.

Následně jsou uvedena další možná řešení v rámci podstaty uvedeného vynálezu převodovky a výhodná tvůrčí konstrukční rozvinutí jejích částí.

Osa hřídele a osy excentrických částí jsou navzájem rovnoběžné.

Výstupní tělesa jsou navzájem neotočně spojena.
Výstupní tělesa jsou navzájem spojena pomocí spojovacích prostředků.

Druhá kola jsou opatřena otvory pro spojovací prostředky. Spojovací prostředky procházejí bez dotyku druhými koly. Spojovací prostředky jsou provedeny jako šrouby, které jsou uspořádány rovnoběžně s osou výstupní hřídele.

Druhé kolo a výstupní kolo mají vedení pro transformační těleso.
Vedení mají lineární vodicí plochy.

Transformační těleso je uloženo s lineárním vedením vzhledem k výstupnímu tělesu a druhému kolu.

Transformační těleso má ramena, z nichž jedny spolupůsobí s výstupním tělesem, zatímco další spolupůsobí s druhým kolem. Tělesa mají tvar kříže s pravoúhle vzájemně uspořádanými rameny.

Dvě vzájemně rovnoběžná ramena jsou vedena ve výstupním tělese, zatímco druhá dvě vzájemně rovnoběžně ramena jsou vedena v druhém kole.

Transformační těleso je opatřeno vodicími plochami. Mezi vzájemně přidruženými vodicími plochami a vodicími plochami transformačního tělesa jsou umístěna valivá tělíska. Valivá tělíska mají kruhový průřez.

Druhé kolo a/nebo výstupní těleso je opatřeno distančními prvky.
Distanční prvky jsou umístěny v osovém směru vstupní hřídele a jejich rozměr je takový, že těleso umístěné mezi kolem a výstupním tělesem není vystaveno tlaku.
Distanční prvky zapadají tvarově nebo silovým stykem do otvorů druhého kola.

Spojovací prostředky procházejí distančními prvky a otvory druhého kola.

Transformační těleso má průběžný otvor, kterým prochází vstupní hřídel.

Vnitřní ozubení prvého kola a/nebo vnější ozubení druhého kola jsou vytvořena z otočně uložených prvků s kruhovým průřezem.

Výstupní tělesa mají tvar přírub, které jsou vzhledem ke kolu otočně uloženy.

Výstupní tělesa a prvé kolo mají společnou rotační osu. Duté první kolo má tvar skříně.

Výstupní tělesa tvořící pár jsou vzájemně neotočně spojena a otočně uložena v prvním kole a toto kolo je pevně spojeno s tělesem, ve kterém je uložen poháněný člen, který je spojen s výstupním tělesem.

Vstupní hřídel je spojena s unášečem axiálními čepy, které jsou rovnoměrně kruhově rozmístěny na čelní straně unášeče a na kterých jsou otočně uložena satelitní ozubená kola s vnějším ozubením, která zabírají s vnitřním ozubením výstupního tělesa a současně s vnějším ozubením vstupního pastorku.

Výstupní těleso je vzhledem k prvnímu kolu otočně uloženo, a první kolo je pevně spojeno s tělesem a v tomto tělese je otočně uložen poháněný orgán, pevně spojený s výstupním tělesem.

Vstupní hřídel je otočně uložena na jednom konci ve výstupním tělese a na druhém konci v prvním kole.

Navržená převodovka se tedy skládá z nejméně jednoho kola s vnitřním ozubením – dutého kola a zpravidla z kruhových přírub ve tvaru disku, které jsou vzhledem k tomuto kolu otočně uloženy. Převodovka má vstupní hřídel s excentrickými částmi, které jsou navzájem pootočeny, respektive přesazeny o 180 stupňů. Na těchto excentrických částech jsou otočně uložena kola s vnějším ozubením – planetová kola. Osy excentrických částí jsou vzhledem k ose vstupního hřídele přesazeny o stejnou vzdálenost. Kola s vnějším ozubením zabírají s kolem s vnitřním ozubením a jsou umístěna mezi výstupními tělesy – přírubami. V některých případech je účelné, když výstupní tělesa nejsou vůči sobě vzájemně otočná. V takovém případě jsou kola s vnějším ozubením opatřena axiálními otvory, kterými procházejí spojovací prvky a sice beze styku s koly. Výstupní tělesa jsou v tomto případě vzájemně rozebíratelná, avšak jsou spojena tak, aby se navzájem neotáčela. Kromě tohoto neotočného spojení výstupních těles mohou spojovací prvky vymezovat i relativní axiální polohu výstupních prvků. Kola s vnějším ozubením mají tolik stupňů volnosti, aby mohla vykonávat oběžné pohyby – planetární pohyb. Tato kola mohou také vykonávat rotační pohyb kolem osy kola s vnitřním ozubením – dutého kola, při současné rotaci kolem vlastní osy. U navržené převodovky je vždy mezi kolem s vnitřním ozubením a přiřazeným výstupním tělesem – přírubou, umístěno vhodné těleso, které převádí oběžný pohyb kola s vnějším ozubením na otáčivý pohyb výstupního prvku kolem jeho osy. Toto těleso je vzhledem ke kolu s vnějším ozubením, jakož i ve vztahu k výstupnímu tělesu, uloženo posuvně. Současně vykonává toto těleso příčné pohyby a sice vzhledem k ose vstupní hřídele – zalomené hřídele. Každé výstupní těleso je opatřeno vodicími tělesy s vodicími plochami, které vymezují lineární vedení tohoto transformačního tělesa. Tato vedení přírub jsou umístěna v témže směru a příčně k ose otáčení výstupního tělesa. Současně je každé kolo vybaveno vodicími plochami, které vymezují lineární vedení pro příčné pohyby transformačního tělesa. Tato vedení jsou umístěna příčně k ose kola. Transformační těleso – člen – má dvě vodicí plochy, které jsou přednostně vzájemně uspořádány v pravém úhlu nebo podobně tak, že pomocí nich je transformační těleso vedeno posuvně lineárně a sice jak vzhledem k výstupnímu tělesu, tak vzhledem k přiřazenému kolu. Nejméně dvě výstupní tělesa převodovky, které u určitého příkladu provedení tvoří pár, jakož i nejméně jedno transformační těleso, které je přiřazeno nejméně k jednomu tomuto výstupnímu tělesu, jsou opatřena centrálními otvory, takže vstupní hřídel prochází skrz centrální otvory výstupních těles a současně prochází bez dotyku centrálním otvorem přiřazeného transformačního tělesa.

Vodicí plochy lineárního vedení jsou případně provedeny na výstupním tělese a sice na vzájemně přilehlých stranách výstupků, které vzhledem ke střední ose výstupního tělesa jsou tvořeny osově symetrickými páry umístěnými na čelních plochách přírub. Axiální výstupky – dorazy mají v osovém pohledu tvar zaoblených lichoběžníků. V těchto dorazech jsou opatřeny axiální otvory – vrtání. Vodicí plochy lineárního vedení na kole s vnějším ozubením jsou vždy vymezeny protilehlými stranami dorazů kola. Vodicí plochy mohou být vytvořeny jednak přímo na dorazech kola – výstupcích a na jednak výstupních tělesech. Jinak mohou být tvořeny také plochými lištami, které jsou umístěny na protilehlých stranách dorazů kola a výstupního tělesa. Transformační těleso je přednostně tvořeno čtyřmi rameny, která tvoří vždy dva protilehlé páry, nesené mezikruhovou částí transformačního tělesa. Jeden pár protilehlých ramen definuje první vodicí plochu, pomocí které je transformační těleso posuvně uloženo v lineárním vedení výstupního tělesa a druhý pár ramen definuje druhou vodicí plochu, pomocí které je transformační těleso uloženo v lineárním vedení příruby. Toto lineární vedení je případně vytvořeno na kole s vnějším ozubením. Mezi vodicími plochami lineárního vedení, které jsou vytvořeny na výstupním tělese a vodicími plochami transformačního tělesa jsou uspořádány valivé prvky, například válečky. V případech, kdy mohou jednotlivé části převodovky vykazovat vzájemnou vůli, mohou být vodicí plochy na přírubě a na kole s vnějším ozubením vytvořeny na způsob vodicích kluzných ploch. Kluzné vrstvy, které jsou vyrobeny z materiálů s dobrými kluznými vlastnostmi, zvyšují účinnost přenosu síly. Spojovací prvky, pomocí kterých jsou příruby navzájem spřahnutelné, procházejí axiálními otvory dorazů. Vzájemná axiální poloha –

vzdálenost přírub je vymezena distančními prvky. Kromě případu, kdy jsou spojovací prvek a distanční prvek integrovány do jedné součásti, jsou distanční prvky vytvořeny buď přímo na dorazech přírub nebo tvoří zvláštní součást převodovky, přičemž jsou opatřeny axiálními otvory, kterými procházejí spojovací prvky. Vnitřní ozubení může být tvořeno prvky s kruhovým průřezem, například válečky, které jsou uspořádány na vnitřním obvodu a v prohlubních rovnoměrně uspořádaných kolem osy kola s vnitřním ozubením – dutého kola. Vnější ozubení může být rovněž vytvořeno prvky kruhového průřezu, například válečky, které jsou uloženy v prohlubních, přičemž prohlubně jsou vytvořeny rovnoměrně na vnějším obvodu kola. Spolupůsobení kola s vnějším ozubením s kolem s vnitřním ozubením se může s výhodou uskutečnit ve dvou spolupůsobících oblastech, které jsou symetrické vzhledem k rovině, procházející osami obou kol. Unášení kol s cylindrickým ozubením ve dvou spolupůsobících oblastech lze realizovat předpětím, čímž se dosáhne markantní linearizace charakteristiky ozubení. Toto předpětí je umožněno stykovou pružností cylindrických zubů. Ve skříni – v kole s vnitřním ozubením je otočně uložena alespoň jedna příruba. Na vnějším obvodě příruby a na jejích čelních plochách, které jsou přivráceny k transformačnímu tělesu, mohou být vytvořeny radiální a axiální oběžné dráhy. Zrovna tak může být kolo s vnitřním ozubením opatřeno na svém vnitřním obvodě ložiskovými tělesy s oběžnými drahami, které mohou sloužit k uložení příruby ve skříni, tj. dutém kole. Na čelních plochách, přivrácených k přiřazené přírubě, mohou být přitom vytvořeny axiální ložiskové dráhy. Mezi radiálními a axiálními oběžnými drahami příruby a kola s vnitřním ozubením jsou uspořádány valivé prvky. Takto vytváří dvě pevně spojené příruby a kolo s vnitřním ozubením radiálně – axiální ložisko, vyznačující se velkou pevností a silovou kapacitou. Pár přírub je vzhledem ke kolu s vnitřním ozubením dále uložen tak, že s tímto kolem je pevně spojeno těleso, ve kterém je otočně uloženo poháněné těleso. Toto těleso je spojeno s párem přírub. Poháněným členem může být například vstupní hřídel, jejíž přírubová část je pevně spřahnutelná s přírubami – výstupními tělesy. Vstupní hřídel může být uložena v centrálním otvoru jedné nebo druhé příruby prostřednictvím příslušného ložiska.

Se vstupní hřídelí převodovky je pevně spojen unášeč s axiálně excentrickými částmi. Axiální části jsou uspořádány na čelní ploše unášeče rovnoměrně do kruhu. Excentrické části nesou otočně uložená satelitní kol s vnějším ozubením. Tato satelitní ozubená kola zabírají s vnitřním ozubením vytvořeným na přírubě, přičemž zabírají současně s vnějším ozubením vstupního pastorku.

Podstata konstrukce a funkce převodovky s excentrickou částí se dá shrnout takto:

Převodovka se skládá z kola s vnitřním ozubením – dutého kola a příruby. Příruba je vzhledem ke kolu s vnitřním ozubením otočně uložena. Převodovka má vstupní hřídel s nejméně jednou excentrickou částí – excentrem, na kterém je uloženo kolo s vnějším ozubením. Toto kolo zabírá s kolem s vnitřním ozubením. Kolo s vnějším ozubením má takové stupně volnosti, které mu umožňují vykonávat oběžný pohyb – planetový pohyb, to znamená, že může vykonávat otáčivé pohyby kolem osy kola s vnitřním ozubením při současném otáčení kolem své vlastní osy.

Podstatou převodovky s excentrem je, že mezi kolem s vnějším ozubením a přírubou je uspořádáno vhodné transformační těleso, které převádí oběžný pohyb kol s vnějším ozubením na otáčivý pohyb příruby kolem vlastní osy a případně dutého kola. Transformační těleso – člen je jak ve vztahu ke kolu s vnějším ozubením, tak ve vztahu k přírubě, posuvně uloženo, přičemž vykonává současně příčný pohyb vzhledem k ose vstupní hřídele.

Výhody vynálezu lze shrnout takto:

Ložiska vstupní hřídele jsou zatěžována výlučně silami, které vznikají v oblasti záběru ozubení. Tím se dosahuje vysoké specifické momentové kapacity převodovky. Reakční síly na základě zatěžujícího momentu, který vzniká na protilehlých ramenech transformačního tělesa, se vzájemně ruší a nepřenáší se na ložiska výstupní hřídele jako silové zatížení. Jinými slovy, transformační těleso přenáší pouze krouticí moment a negeneruje žádné silové reakce. Tím se

zvyšuje momentová kapacita převodovky vzhledem k známým systémům, případně převodovkám, o cca 50 %.

Redukční mechanismus bez kluzného tření poskytuje maximální účinnost. Valivé prvky mezi vodicími plochami příruby a vodicími plochami transformačního tělesa a mezi vodicími plochami kola s vnějším ozubením a vodicími plochami transformačního tělesa tvoří lineární valivé vedení transformačního tělesa v průběhu jeho relativních posuvných pohybů vzhledem k přírubě a kolu s vnějším ozubením. V navrženém redukčním mechanismu tedy dochází výlučně k valivému tření, čímž se dosahuje maximální účinnosti přenášeného výkonu. Velikost amplitudy posuvné rychlosti oscilačních pohybů transformačního tělesa je řádově 10^{-1} m/s. Tato hodnota je ve vztahu k oběžné rychlosti rotačních ložisek asi 100 x menší, čímž se odpovídajícím způsobem snižuje ztrátový výkon redukčního mechanismu převodovky podle vynálezu. Z tohoto důvodu může převodovka pracovat s výrazně vyššími otáčkami, než známé převodovky, jejichž redukční mechanismus používá kluzná rotační a valivá ložiska. Při tomto srovnání jsou uvažovány stejné teplotní režimy.

Redukční mechanismus je s předpětím, s lineární charakteristikou, má pevnost v krutu v oblasti nulového momentového zatížení a vysokou přesnost funkce převodovky. Valivé prvky ve vedení transformačního tělesa, které vzhledem k přírubě a kolu vykonává relativní posuvný pohyb, tvoří elastický systém, který umožňuje předpětí ložiskového uložení transformačního tělesa v lineárním vedení, které je vytvořeno v přírubě a v kole s vnějším ozubením. Toto předpětí není provázeno zvýšením pasivních odporů a fluktuací na výstupu převodovky. Účelem předpětí ve valivém vedení transformačního tělesa je dosažení lineární charakteristiky pevnosti v krutu u převodovky v oblasti nulového zatěžovacího momentu. Předpětím se eliminuje mrtvý chod převodovky, který způsobuje obtíže u přesných servomechanismů.

Transformační těleso nemá radiální konstrukční prostor mezi vstupní hřídelí a vnějším ozubením kola, takže lze vyrábět velmi malé převodovky. Extrémní rozměry převodovky v oblasti 60 mm nebo menší jsou ve srovnání se známými převodovkami lehce vyrobitelné.

Převodovka integruje dvě funkce: funkci převodovky jako takové a ložiska. Vnější ložiskové dráhy, které jsou vytvořeny přímo na přírubě a v kole s vnitřním ozubením, plní uvnitř převodovky ještě druhou funkci, totiž funkci radiálního ložiska, které přenáší síly a silové momenty ve všech směrech. Volný radiální prostor nad transformačním tělesem je využit s výhodou k umístění axiálních valivých ložisek. Takovou převodovku lze použít přímo jako rotační stůl pro různé přípravky nebo jako kloub robotu.

Dynamická vyrovnanost přísluší konstrukci převodovky.
U převodovek s dvěma excentrickými částmi, které jsou vzájemně pootočeny kolem téže osy o 180 stupňů, vykonávají transformační tělesa harmonické oscilační pohyby a sice v protifázi, čímž se silové účinky vzájemně ruší a nejsou přenášeny na okolí, ve kterém je převodovka instalována.

Použití ozubených kol sestávajících z válečků umožňuje předpětí zabírajícího podřazeného systému. Předpětí v oblasti unášení válcových zubů je spojeno se stejnými účinky, jako předpětí redukčního mechanismu, čímž převodovka dosahuje jako celek vysoké linearity v pevnosti v krutu a sice v nulové oblasti momentového zatížení.

Výhodné jsou příruby a kola s vnějším ozubením. Vodicí plochy na přírubě a na kole s vnějším ozubením se opotřebovávají rovnoměrně, což je výhoda ve srovnání se známými planetovými převodovkami.

Přehled obrázků na výkresech

Na připojených výkresech jsou schematicky znázorněny příklady provedení vynálezu, přičemž jednotlivé obrázky označují: obr. 1 převodovku v řezu, kde příruby jsou spojeny pomocí spojovacích prostředků, obr. 1a řez podél linie B–B z obr. 1, obr. 1b řez podél linie C–C z obr. 1, obr. 1c uspořádání lišt s vodicími plochami u dorazů, obr. 1d pohled ve zvětšeném měřítku na přírubu, kolo a spojovací prvek, obr. 1e perspektivní pohled ze strany na transformační těleso, obr. 2, druhé provedení převodovky, kde příruby jsou vzájemně spojeny spojovacími prvky, které procházejí skrz axiální otvory distančních prvků, obr. 2a řez podél linie B–B z obr. 2, obr. 2b řez podél linie C–C z obr. 2, obr. 2c uspořádání transformačního tělesa v lineárním kluzném vedení, které je vytvořeno na kole s vnějším ozubením a na přírubě, přičemž na dorazech kola a příruby jsou vytvořeny kluzné vrstvy, obr. 2d perspektivní pohled ze strany na přírubu a kolo s vnějším ozubením podle obr. 2, obr. 2e převodovku podle obr. 2 ve zvětšeném měřítku, obr. 3 převodovku s předlohou, obr. 3a axiální pohled na sekci předlohy podle obr. 3, obr. 4 další provedení převodovky se dvěma přírubami, které jsou navzájem spojeny poháněným orgánem, který je otočně uložen v tělese, které je pevně spojeno s kolem s vnitřním ozubením, obr. 5 převodovku s excentrickou částí a transformačním tělesem a obr. 5a řez podél linie D–D z obr. 5.

Příklady provedení vynálezu

První převodovka s křížovým redukčním mechanismem je znázorněna na obr. 1, 1a, 1b, 1c, 1d a 1e. Vstupní hřídel 10 má dvě excentrické části 17, které jsou pootočeny o 180 stupňů. Excentrické části 17 nesou otočně uložená kola 30 s vnějším ozubením 33 a s centrálními otvory 31. Kola 30 mají několik průchozích axiálních otvorů 32, které jsou uspořádány rovnoměrně kolem osy 30a kol 30. Na obvodu excentrických částí 17 jsou vytvořeny vodicí plochy pro válečky 12, které slouží jako ložisková tělesa pro kola 30. Vstupní hřídel 10 je spojena pomocí pera 5 s motorovou hřídelí 9 hnacího motoru 8. Motor 8 je spojen s kolem 40 s vnitřním ozubením 41 pomocí tělesa 6 a šroubů 7. Kola 30 jsou uložena uprostřed mezi kruhovými přírubami 50, které jsou navzájem spojeny spojovacími prvky 60. Spojovací prvky 60 procházejí bez dotyku otvory 32 kol 30, takže příruby 50 jsou navzájem pevně spojeny. Pár přírub 50 je vzhledem ke kolu 40 s vnitřním ozubením 41 otočně uložen. Kolo 40 zabírá s vnějším ozubením kol 30. Osy 30a kol 30 jsou uspořádány paralelně k ose 40a kola 40, avšak jsou zároveň excentricky přesazeny o vzdálenost e. Příruby 50 jsou opatřeny vodicími plochami – dráhami 54a, 54b, které vytvářejí podélné vedení 50b. Vedení 50b je orientováno šikmo k ose příruby 50. Každé kolo 30 je opatřeno vodicími plochami 34a a 34b, které vytvářejí lineární vedení 30b, přičemž toto lineární vedení 30b je orientováno příčně vzhledem k ose 30a kola 30.

Na obou stranách převodovky je mezi přírubou 50 a kolem 30 umístěno transformační těleso 70. Transformační těleso 70 má dvě vodicí plochy 74a, 74b a dále 75a, 75b, které jsou uspořádány ve dvou směrech vzájemně ortogonálně a sice tím způsobem, že jsou uloženy posuvně ve dvou vzájemně kolmo probíhajících směrech. Jedno lineární vedení je vytvořeno na přírubě 50, zatímco v druhém směru je těleso 70 posuvně uloženo ve vedení 30b na kole 30. Obě příruby 50 a těleso 70 mají centrální otvory 51 a 71. Vstupní hřídel 10 je na svých obou koncích uložena v centrálních otvorech 51 příruby 50 a sice na ložiskách 3. Vstupní hřídel 10 prochází bez dotyku otvorem 71 tělesa 70. Vnitřní průměr otvoru 71 je přitom minimálně o vzdálenost 2e větší, než vnější průměr příslušné části vstupního hřídele 10, které prochází otvorem 71. Vodicí plochy 54a a 54b, kterými je opatřena každá příruba 50, jsou vytvořeny na vzájemně protilehlých stranách dorazů 55a 55b. Dorazy 55a a 55b jsou vytvořeny jako osově symetrické páry na čelní straně příruby 50. Vodicí plochy 54a a 54b jsou vytvořeny přímo na dorazech 55a a 55b příruby 50 (obr. 1b). Mohou být vytvořeny i jako ploché lišty 81, které mohou být připevněny na protilehlých stranách dorazů 55a a 55b (obr. 1c a obr. 2c). V dorazech 55a a 55b příruby 50 jsou provedeny axiální otvory – vrtání 53a 53b. Vodicí plochy 43a a 43b, kterými je opatřeno každé kolo 30, jsou vytvořeny na protilehlých stranách dorazů 35a a 35b. Jsou vytvořeny jako středově situované protilehlé páry, které jsou provedeny na čelní straně kola 30. Axiální otvory 32 kola 30

jsou kruhově uspořádány mezi páry dorazů 35a 35b. Vodicí plochy 34a a 34b jsou vytvořeny přímo na dorazech 55a 55b kola 30 (obr. 1). Mohou být však provedeny také jako ploché lišty 91, které jsou pevně připojeny na protilehlých stranách dorazů 35a 35b (obr. 1e a obr. 2c).

Transformační těleso70 je opatřeno čtyřmi rameny 74, která jsou nesena kruhovou částí 73. Jeden pár protilehlých ramen 74 má vodicí plochy, pomocí kterých je transformační těleso 70 posuvně uloženo v lineárním vedení 50b příruby 50. Druhý pár protilehlých ramen 74 má rovněž paralelní vodicí dráhy, pomocí kterých je těleso 70 posuvně uloženo v lineárním vedení 30b kola 30. Mezi vodicími plochami 54a a 54b lineárního vedení příruby 50 a vodicími plochami transformačního tělesa 70, pomocí kterých je těleso 70 posuvně uloženo v lineárním vedení 50b, jsou umístěna válcovitá valivá tělíska 80. Stejné provedení je také u vodicích ploch 34a a 34b lineárního vedení 30b na kole 30 a u vodicích ploch transformačního tělesa 70, ve kterých je těleso 70 posuvně uloženo. V obou případech je vedení transformačního tělesa 70 zajištěno pomocí valivých ložisek když toto transformační těleso 70 vykonává relativní oscilační pohyb vzhledem ke kolu 30 jakož i vzhledem k přírubě 50 a ose 40a. Část 62 spojovacích prvků 60, které spojují příruby 50, prochází axiálními otvory 53a a 53b provedenými v dorazech 55a a 55b. Část 62 je v axiálním směru delší, než je tloušťka kola 30, které přesahuje. Odsazená část, nákružek 61 spojovacího prvku 60, prochází volně axiálními otvory 32 kola 30. Vnitřní ozubení 41 kola 40 se skládá z válečků 41b, které jsou uloženy v axiálních drážkách 41a. Axiální drážky 41a jsou rovnoměrně uspořádány na vnitřním obvodu kola 40. Jedná se tedy o ozubená kola, jejichž zuby jsou vytvořeny přednostně jako válečky. Totéž platí také pro vnější ozubení 33 kola 30, které sestává z tělísek 33b s kruhovým průřezem. Tělíska 33b jsou uložena v axiálních drážkách 33a. Axiální drážky 33a jsou uspořádány rovnoměrně po vnějším obvodu kola 30. Na vnějším obvodu příruby 50 a na vnitřním obvodu kola 40 jsou vytvořeny radiální oběžné dráhy, ve kterých jsou uloženy válečky 47. Čelní plochy přírub 50 přivrácené k transformačnímu tělesu 70 jsou opatřeny axiálními ložiskovými drahami, ve kterých jsou uložena tělíska 46, vyrobená z oceli nebo jiných tvrdých materiálů. Tělíska 46 jsou umístěna v axiální ložiskové kleci. Pomocí axiálních rozpěrných kroužků 44 lze dosáhnout požadovaného předpětí ložisek v axiálním směru. Matice 63 spolu se spojovacími prvky 60 pevně spojují navzájem příruby 50. Přitom existuje tlakové spojení mezi dorazy 55a a 55b a čelními plochami nákružku 61 spojovacích prvků 60. Nákružek 61 spojovacího prvku 60 tudíž plní funkci distančního prvku. Rozpěrné kroužky 44 zajišťují válečky 41 a 33 proti axiálnímu posuvu.

V obr. 2, 2a, 2b, 2c, 2d, 2e a 1e je znázorněno další provedení převodovky. Na rozdíl o prvního příkladu provedení existuje zde rozdíl ve způsobu spojení přírub 50. Na dorazech 55a a 55b příruby 50 jsou umístěny distanční prvky 52. Tyto distanční prvky 52 procházejí s vůlí axiálními otvory 32 kola 30, přičemž jsou opatřeny axiálními otvory 56. Otvory 56 procházejí spojovací prvky 60. Utažením šroubových matic 63 vymezují čelní plochy distančních prvků 52 polohu obou přírub 50.

Další příklad provedení převodovky s křížovým redukčním mechanismem je znázorněn na obr. 3 a obr. 3a. Redukční mechanismus převodovky je zde stejný jako u předcházejících příkladů provedení. Rozdíl spočívá ve způsobu pohonu vstupního hřídele 10. Se vstupním hřídelem 10 je pevně spojen unášeč 15. Axiální čepy 16 jsou uspořádány kruhově rovnoměrně na čelní straně unášeče 15. Na čepech 16 jsou otočně uložena ozubená satelitní kola 2 s vnějším ozubením 21. Ozubená kola 2 zabírají současně s vnitřním ozubením 57 příruby 50 a s vnějším ozubením 11 vstupního pastorku 1.

Čtvrtý příklad provedení převodovky s křížovým redukčním mechanismem je znázorněn na obr. 4. Rozdíl vzhledem k předcházejícímu příkladu provedení převodovky spočívá ve způsobu uložení přírub 50 vůči kolu 40. U tohoto provedení je s kolem 40 opatřeným vnitřním ozubením 41 spojeno těleso 43. V tomto tělese 43 je otočně uložen poháněný člen 20, který je pevně spojen s přírubou 50.

Konečně znázorňuje obr. 5 a 5a převodovku, u které je vstupní hřídel 10 opatřena excentrickou částí 17. Na této excentrické části 17 je uloženo kolo 30 se středním otvorem 31. Kolo 30 má vnější ozubení 33. Obvod excentrické části 17 tvoří oběžné dráhy pro válcová tělíska, která slouží jako ložiska pro kolo 30. V kole 40 je provedeno vnitřní ozubení 41, které zabírá s vnějším ozubením 33 kola 30. Příruba 50 je na výstupní straně opatřena vodicími plochami 54a a 54b, které vymezují lineární vedení ve směru příčném k ose otáčení příruby 50. Současně je kolo 30 opatřeno vodicími plochami 34a a 34b, které vymezují lineární vedení. Toto vedení je uspořádáno v příčném směru k ose 30a kola 30. Mezi přírubou 50, která je opatřena vodicími plochami 54a a 54b, a kolem 30, které je opatřeno vodicími plochami 34a a 34b, je uloženo transformační těleso 70. Transformační těleso 70 má vodicí plochy 74a a 74b a dále 75a a 75b vytvořeny ve vzájemně kolmých směrech tak, že transformační těleso 70 je uspořádáno posuvně ve dvou ortogonálně probíhajících směrem a může takto oscilovat. A to jednak v lineárním vedení přírub 50 a jednak v lineárním vedení kola 30. Mezi vodicími plochami 54a a 54b příruby 50 a vodicími plochami 74a a 74b transformačního tělesa 70 jsou uloženy válečky 80 a 90, které zajišťují posun transformačního tělesa 70 během jeho relativních pohybů vzhledem ke kolu 30 a přírubě 50. Příruba 50 a transformační těleso 70 jsou opatřeny centrálními otvory 51, a 71, přičemž vstupní hřídel 10 je uložena na jednom konci v centrálním otvoru 51 příruby 50 v příslušném ložisku a současně prochází s vůlí centrálním otvorem 71 transformačního tělesa 70. Druhý konec vstupního hřídele 10 je uložen v kole 40. S kolem 40 je pevně spojeno těleso 43, ve kterém je otočně uložen poháněný člen 20, který je pevně spojen s přírubou 50.

Možná jsou rovněž řešení s navzájem spojenými postranními přírubami, mezi kterými je uloženo kolo 30. Způsob spojení přírub 50 by zde byl analogický jako u výše popsaných příkladů provedení, přičemž levá příruba 50 by se pohybovala spolu s výstupní přírubou 50.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Převodovka, s nejméně jedním kolem s vnitřním ozubením, s nejméně jedním výstupním tělesem otočně uloženým vzhledem k tomuto kolu a s výstupní hřídelí s nejméně jednou excentrickou částí, na které je otočně uloženo nejméně jedno druhé kolo, opatřené vnějším ozubením, zabírajícím s vnitřním ozubením prvního kola, přičemž ze dvou nebo více těchto druhých kol nejméně jedno je uloženo mezi výstupními tělesy, **vyznačená tím**, že mezi druhým kolem /30/ a výstupním tělesem /50/ je umístěno transformační těleso /70/ pro převod planetárního pohybu kola /30/ na rotační pohyb výstupního tělesa /50/ a transformační těleso /70/ je vzhledem ke kolu /30/ a výstupnímu tělesu /50/ posuvně uloženo a vzhledem k ose výstupní hřídele je příčně pohyblivé.

2. Převodovka podle nároku 1, **vyznačená tím**, že osa hřídele /10/ a osy excentrických částí /17/ jsou navzájem rovnoběžné.

3. Převodovka podle nároku 1 nebo 2, **vyznačená tím**, že výstupní tělesa /50/ jsou navzájem neotočně spřahnutelná.

4. Převodovka podle nároků 1 až 3, **vyznačená tím**, že výstupní tělesa /50/ jsou navzájem spřahnutelná pomocí spojovacích prostředků /60/.

5. Převodovka podle nároků 1 až 4, **vyznačená tím**, že kola /30/ jsou opatřena otvory /32/ pro spojovací prostředky /60/.

6. Převodovka podle nároků 1 až 5, **vyznačená tím**, že spojovací prostředky /60/ procházejí bez dotyku koly /30/.

7. Převodovka podle nároků 1 až 6, **vyznačená tím**, že spojovací prostředky /60/ jsou provedeny jako šrouby, které jsou uspořádány rovnoběžně s osou /40/ výstupní hřídele /10/.

8. Převodovka podle nároků 1 až 7, **vyznačená tím**, že kolo /30/ a výstupní kolo /50/ mají vedení /30b, 50b/ pro transformační těleso /70/.

9. Převodovka podle nároků 1 až 8, **vyznačená tím**, že vedení /30b, 50b/ má lineární vodicí plochu /34b, 54b/.

10. Převodovka podle nároků 1 až 9, **vyznačená tím**, že transformační těleso /70/ je uloženo s lineárním vedením vzhledem k výstupnímu tělesu /50/ a kolu /30/.

11. Převodovka podle nároků 1 až 10, **vyznačená tím**, že transformačního těleso /70/ má ramena /74/, z nichž jedna spolupůsobí s výstupním tělesem /50/, zatímco další spolupůsobí s kolem /30/.

12. Převodovka podle nároků 1 až 11, **vyznačená tím**, že tělesa /70/ mají tvar kříže s pravoúhle vzájemně uspořádanými rameny /74/.

13. Převodovka podle nároků 1 až 12, **vyznačená tím**, že dvě vzájemně rovnoběžná ramena /74/ jsou vedena ve výstupním tělese /50/, zatímco druhá dvě vzájemně rovnoběžná ramena /74/ jsou vedena v kole /30/.

14. Převodovka podle nároků 1 až 13, **vyznačená tím**, že transformační těleso /70/ je opatřeno vodicími plochami /74a, 74b, 75a, 75b/.

15. Převodovka podle nároků 1 až 14, **vyznačená tím**, že mezi vzájemně přidruženými vodicími plochami /34a, 50b/ a vodicími plochami /74a, 74b, 75a, 75b/ jsou umístěna valivá tělíska /80, 90/.

16. Převodovka podle nároků 1 až 15, **vyznačená tím**, že valivá tělíska /80, 90/ mají kruhový průřez.

17. Převodovka podle nároků 1 až 16, **vyznačená tím**, že kolo /30/ a/nebo výstupní těleso /50/ je opatřeno distančními prvky /52/.

18. Převodovka podle nároků 1 až 17, **vyznačená tím**, že distanční prvky /52/ jsou umístěny v osovém směru vstupní hřídele /10/ a jejich rozměr je takový, že těleso /70/, umístěné mezi kolem /30/ a výstupním tělesem /50/, není vystaveno tlaku.

19. Převodovka podle nároků 1 až 18, **vyznačená tím**, že distanční prvky /52/ zapadají tvarem nebo silovým stykem do otvorů /32/.

20. Převodovka podle nároků 1 až 19, **vyznačená tím**, že spojovací prostředky /60/ procházejí distančními prvky /52/ a otvory /32/.

21. Převodovka podle nároků 1 až 20, **vyznačená tím**, že transformační těleso /70/ má průběžný otvor /71/, kterým prochází vstupní hřídel /10/.

22. Převodovka podle nároků 1 až 21, **vyznačená tím**, že vnitřní ozubení /41/ a/nebo vnější ozubení /33/ jsou vytvořena z otočně uložených prvků s kruhovým průřezem.

23. Převodovka podle nároků 1 až 22, **vyznačená tím**, že výstupní tělesa /50/ mají tvar přírub, které jsou vzhledem ke kolu /40/ otočně uloženy.

24. Převodovka podle nároků 1 až 23, **vyznačená tím**, že výstupní tělesa /50/ a kolo /40/ mají společnou rotační osu.

25. Převodovka podle nároků 1 až 22, **vyznačená tím**, že duté kolo /40/ má tvar skříně.

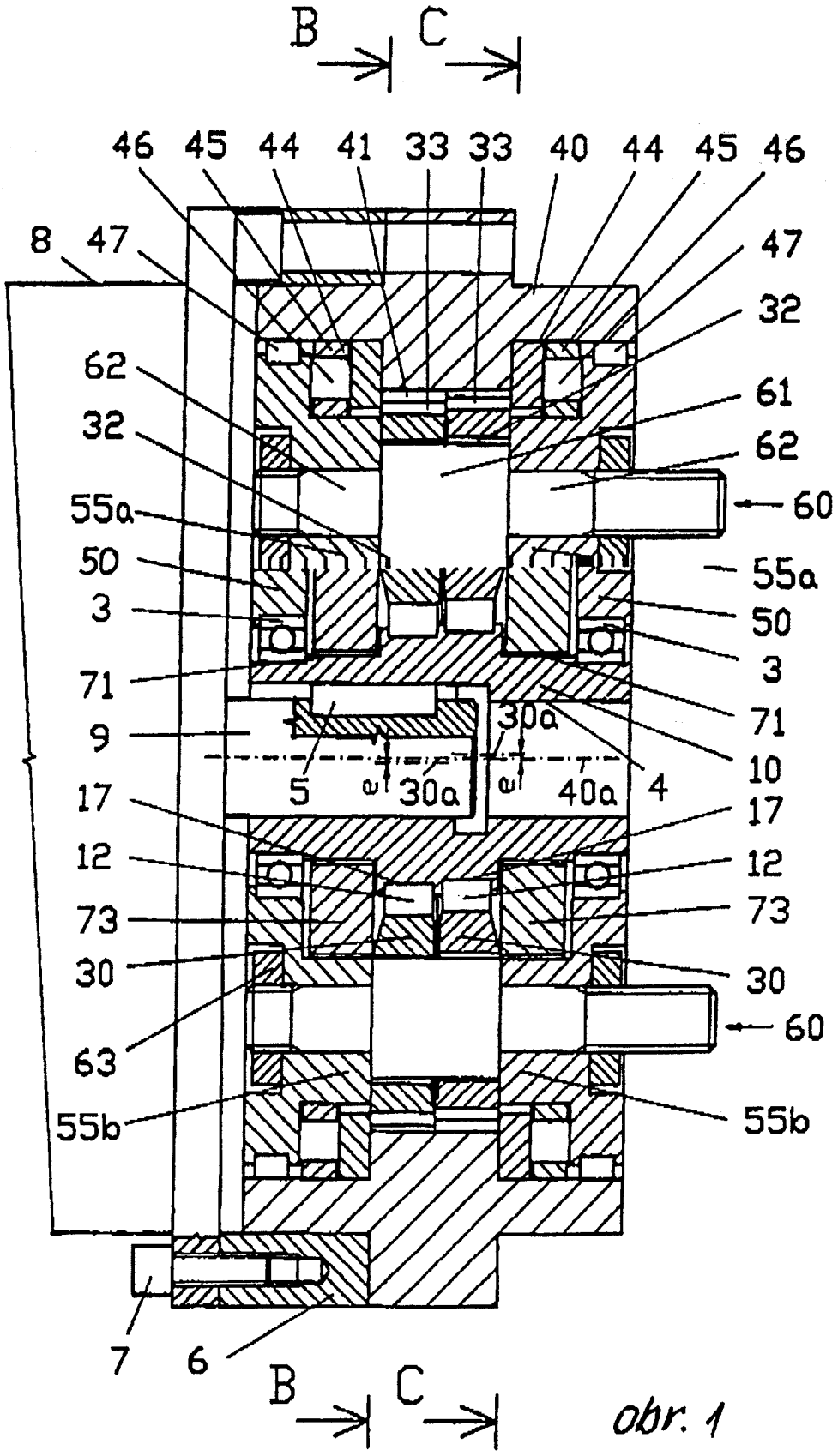
26. Převodovka podle nároků 1 až 25, **vyznačená tím**, že dvě výstupní tělesa /50/ tvoří pár a jsou vzájemně neotočně spřahnutelná a otočně uložena v kole /40/, přičemž kolo /40/ je pevně spřahnutelné s tělesem /43/, ve kterém je uložen poháněný člen /20/, který je spojen s výstupním tělesem /50/.

27. Převodovka podle nároků 1 až 26, **vyznačená tím**, že vstupní hřídel /10/ je spojena s unášečem /15/ axiálními čepy /16/, které jsou rovnoměrně kruhově rozmístěny na čelní straně unášeče /15/ a na kterých jsou otočně uložena satelitní ozubená kola /2/ s vnějším ozubením /21/, která zabírají s vnitřním ozubením /57/ výstupního tělesa a současně s vnějším ozubením /1/ vstupního pastorku /1/.

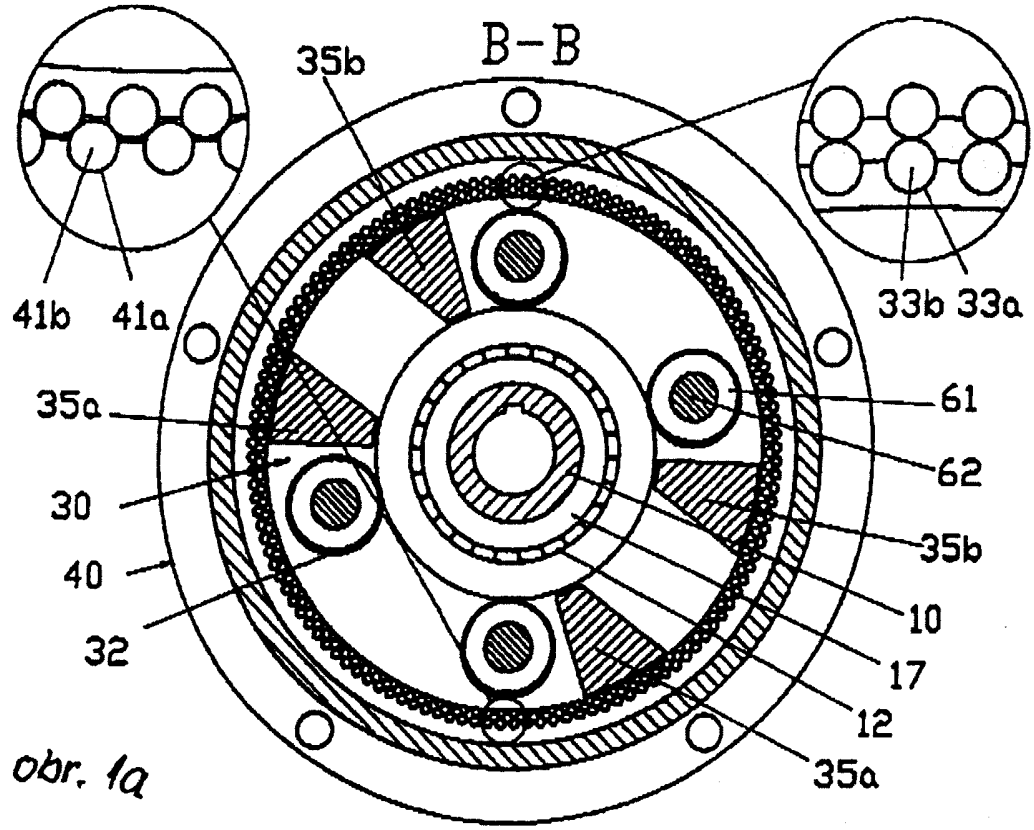
28. Převodovka podle nároků 1 až 27, **vyznačená tím**, že výstupní těleso /50/ je vzhledem ke kolu /40/ otočně uloženo a kolo /40/ je pevně spojeno s tělesem /43/ a v tělese /43/ je otočně uložen poháněný člen, pevně spojený s výstupním tělesem /50/.

29. Převodovka podle nároků 1 až 28, **vyznačená tím**, že vstupní hřídel /10/ je otočně uložena na jednom konci ve výstupním tělese /50/ a na druhém konci v kole /40/.

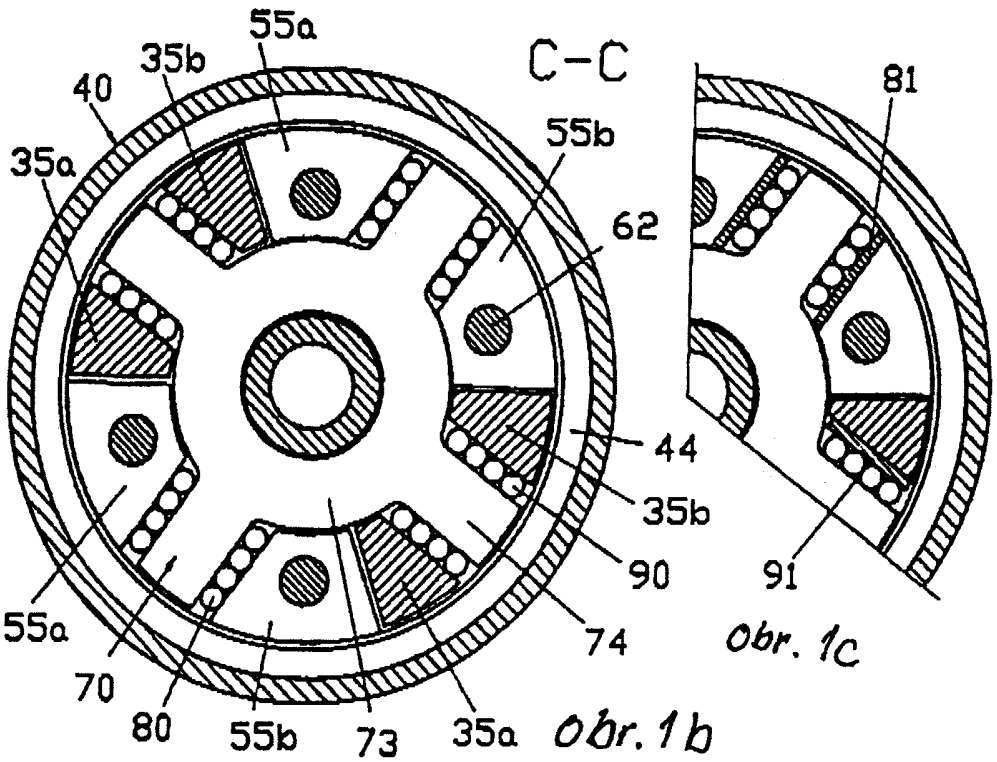
10 výkresů


B
C
46
45
44
41
33
33
40
44
45
46
8
47
47
32
62
61
32
62
60
55a
50
55a
3
50
3
71
71
9
30a
10
5
ω
30a
ω
40a
4
17
17
12
12
73
73
30
30
60
63
55b
55b
7
6
B
C

obr. 1

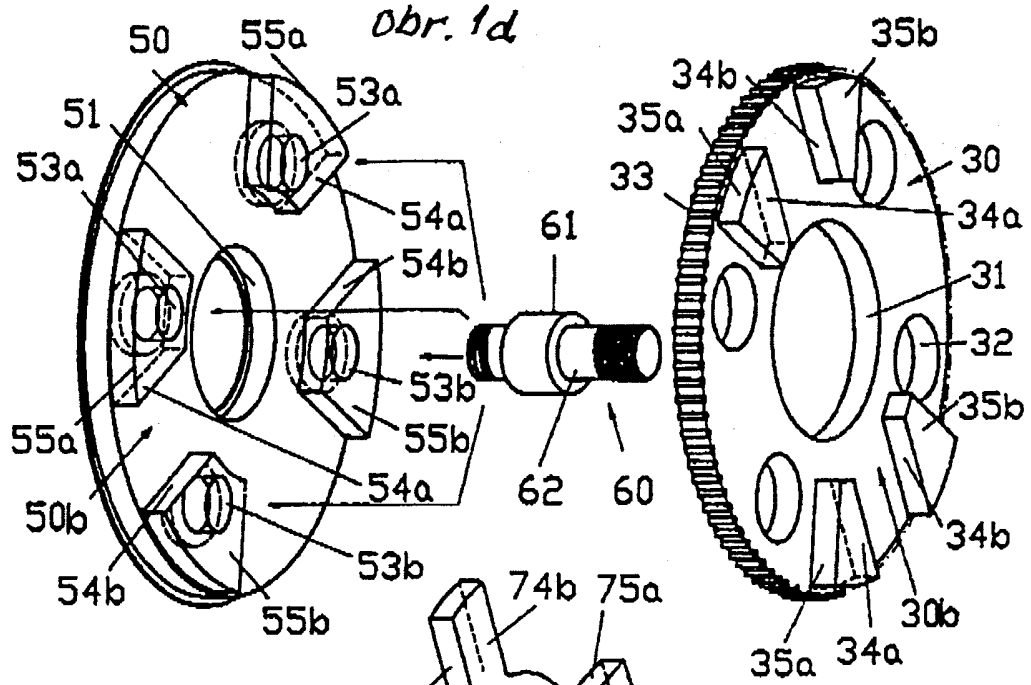


obr. 1a

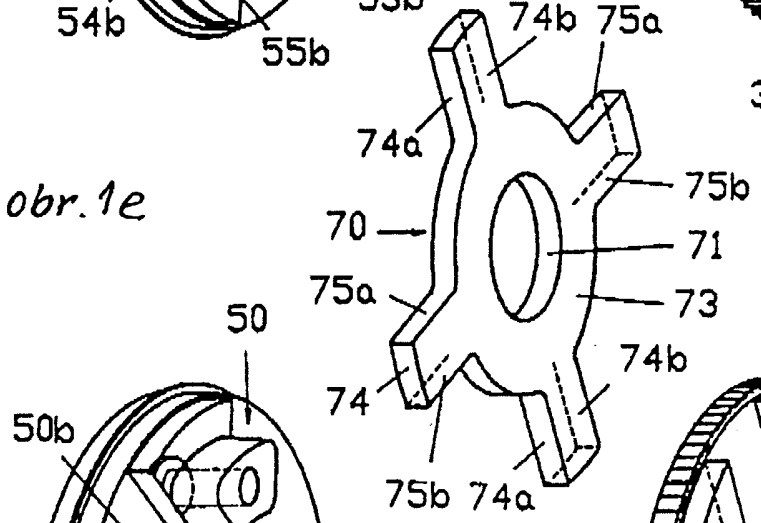


obr. 1b

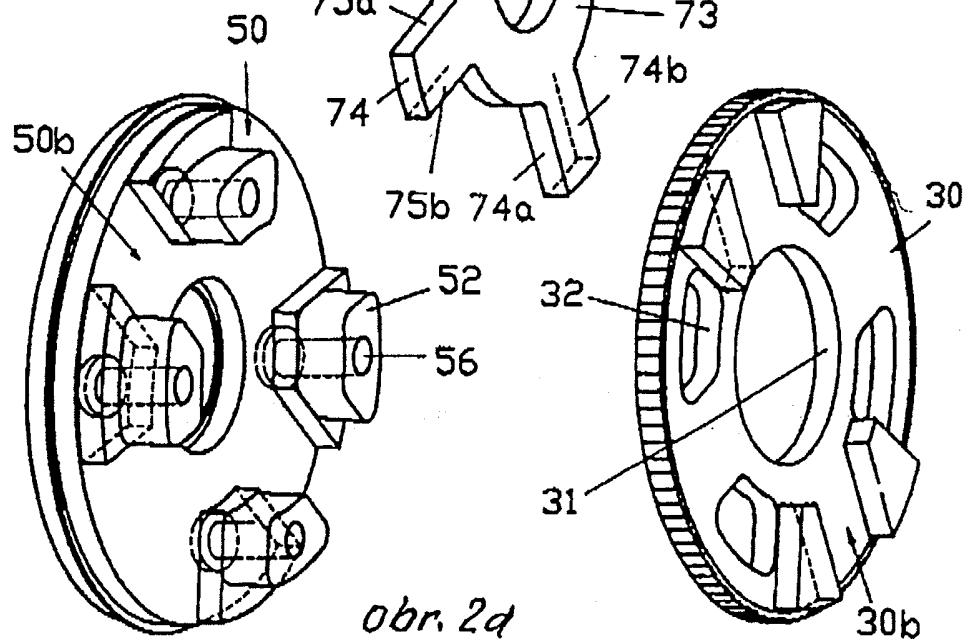
obr. 1c



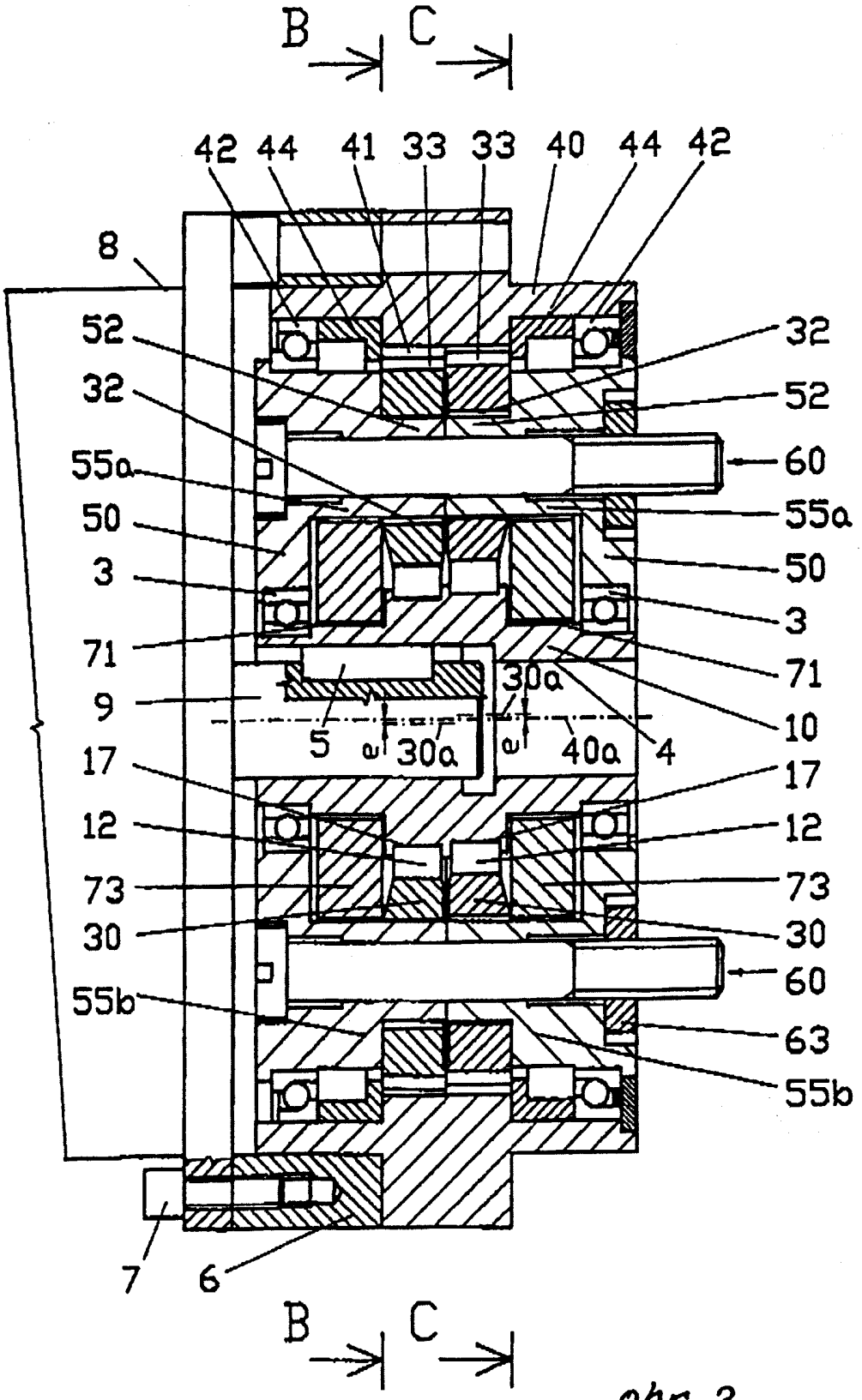
obr. 1d



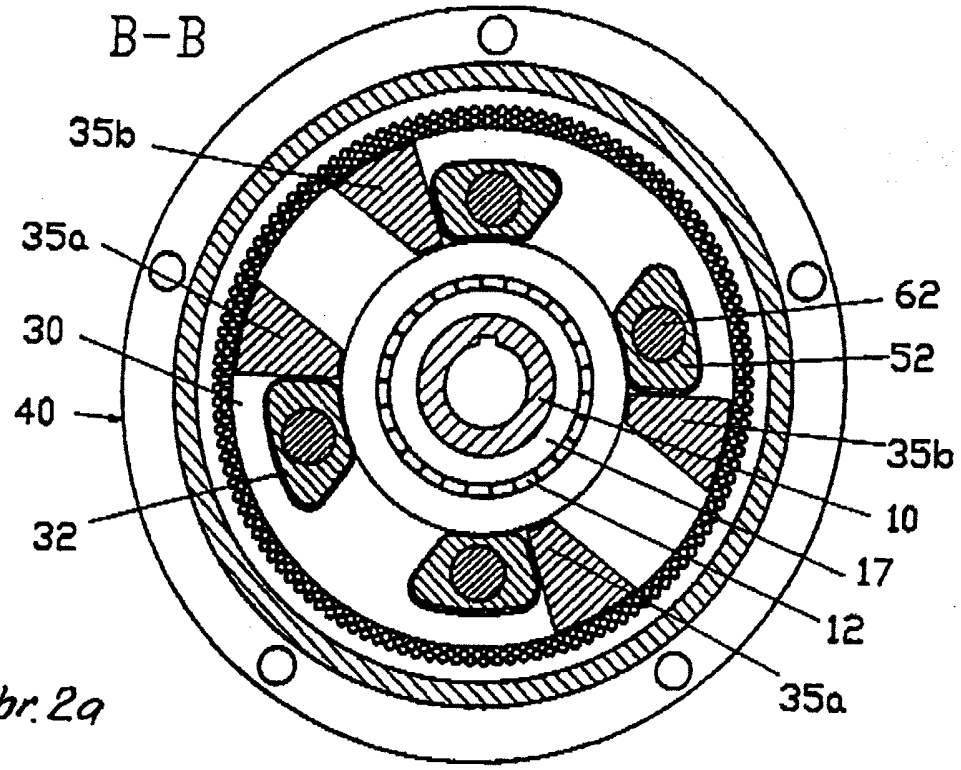
obr. 1e



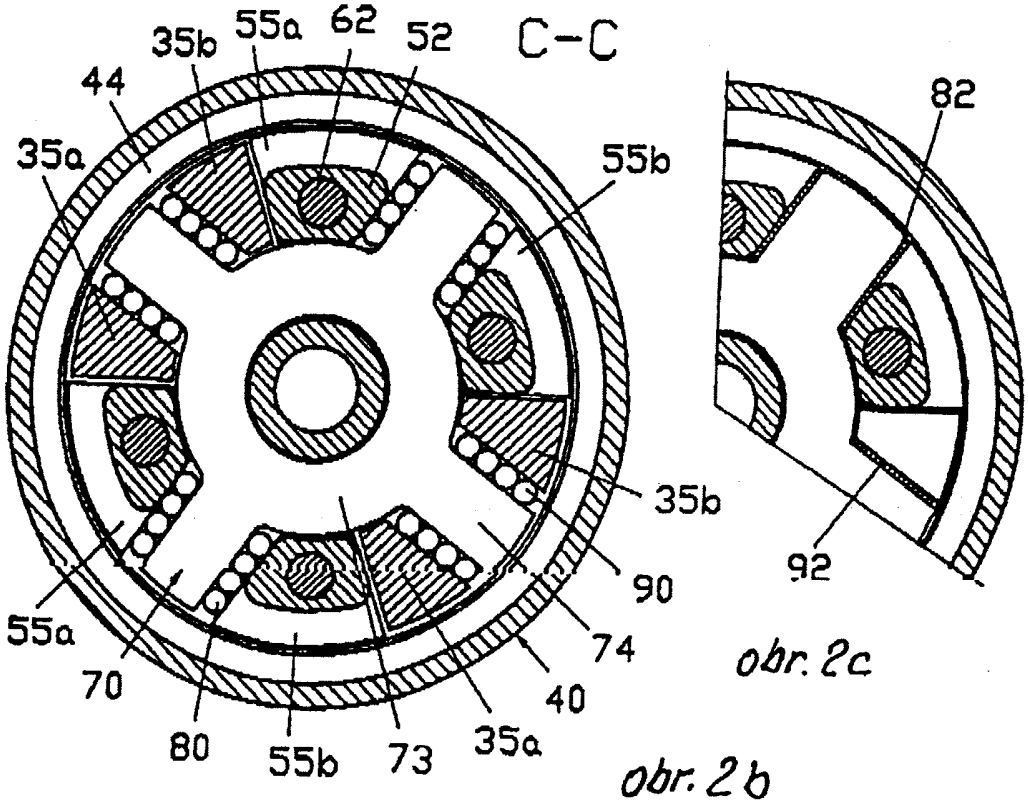
obr. 2d


B
C
42
44
41
33
33
40
44
42
8
52
32
55a
50
3
71
9
17
12
73
30
55b
7
6
32
52
60
55a
50
3
71
10
4
17
12
73
30
60
63
55b
30a
5
e
30a
e
40a

obr. 2

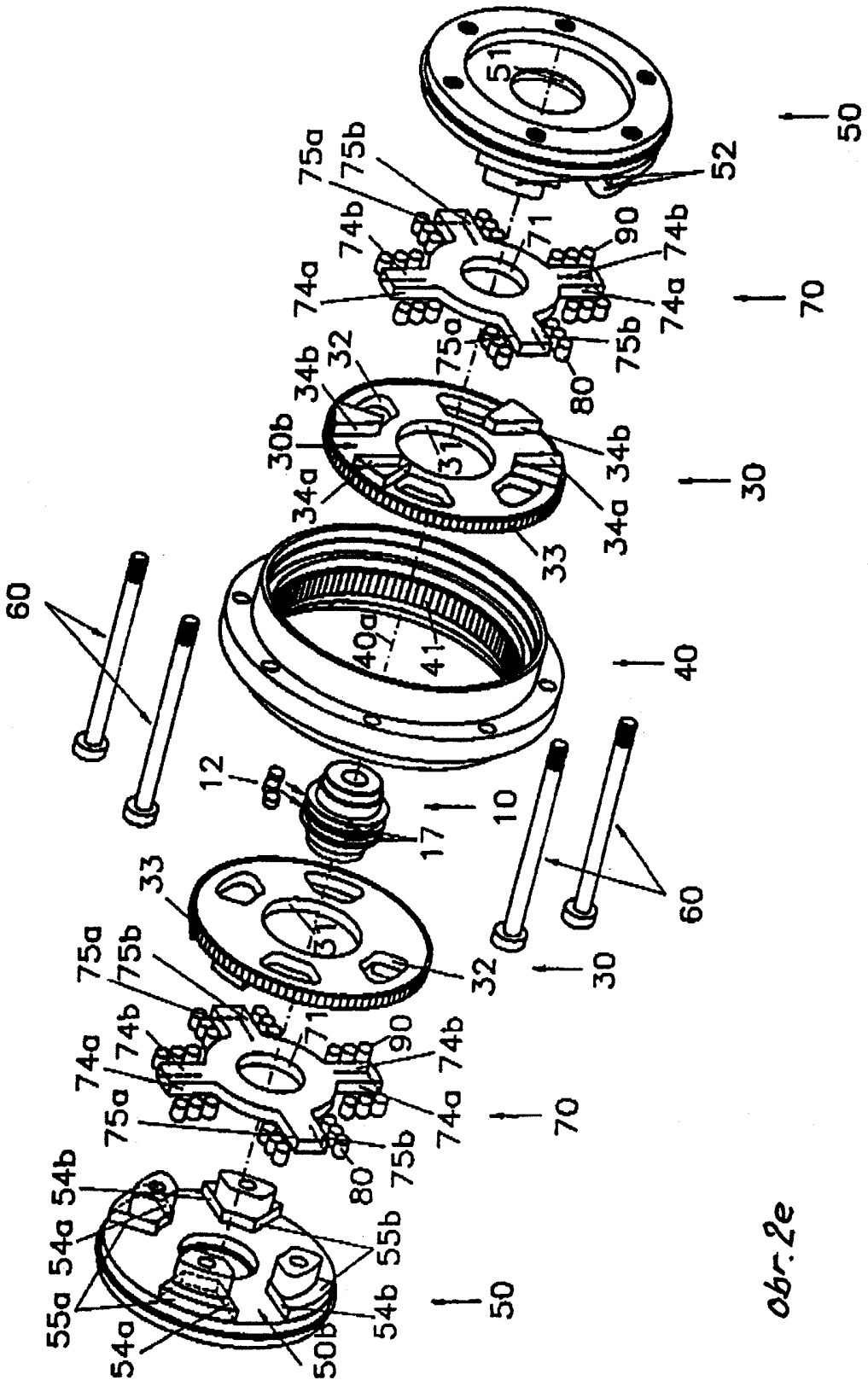


obr. 2a

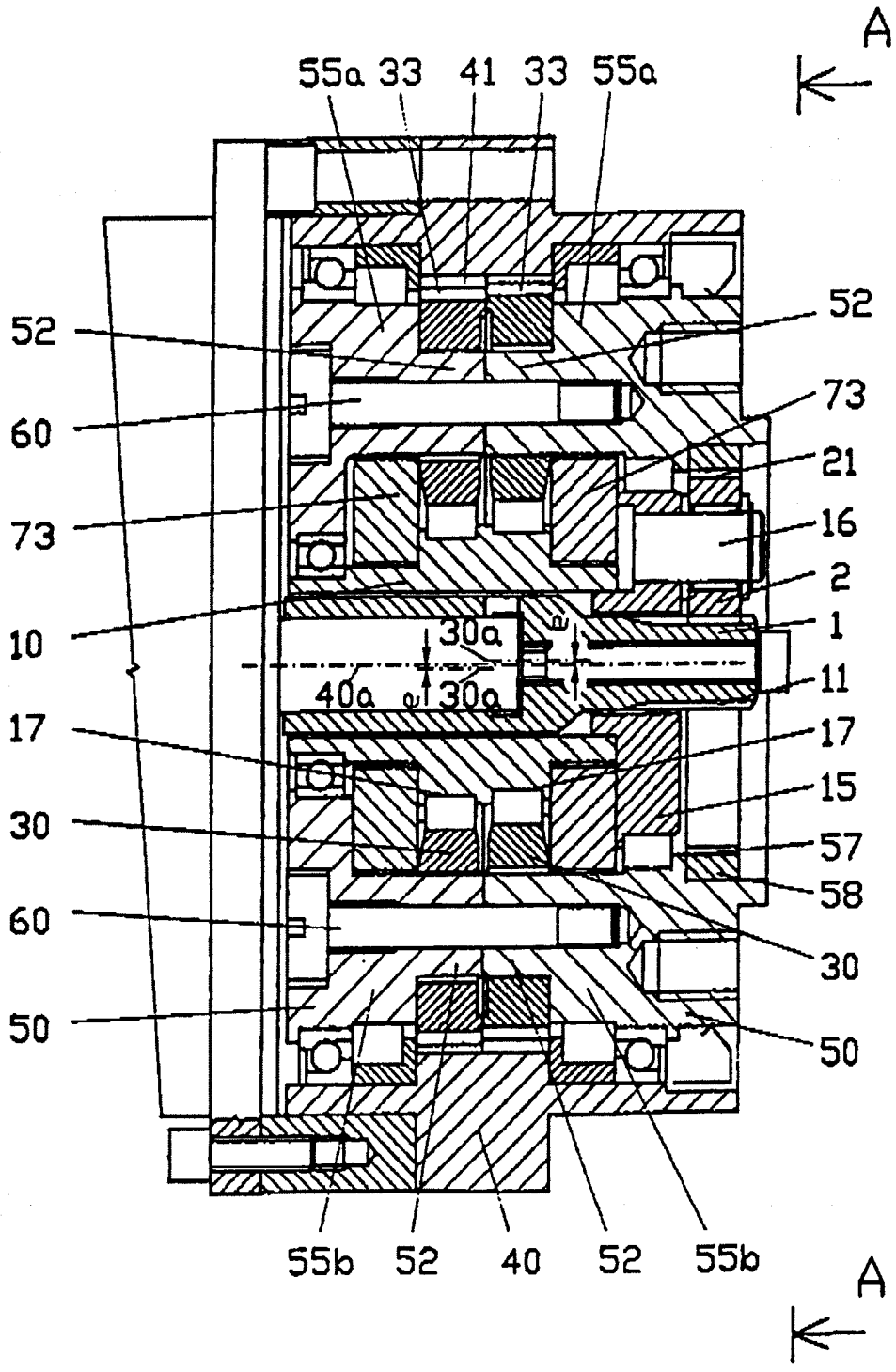


obr. 2c

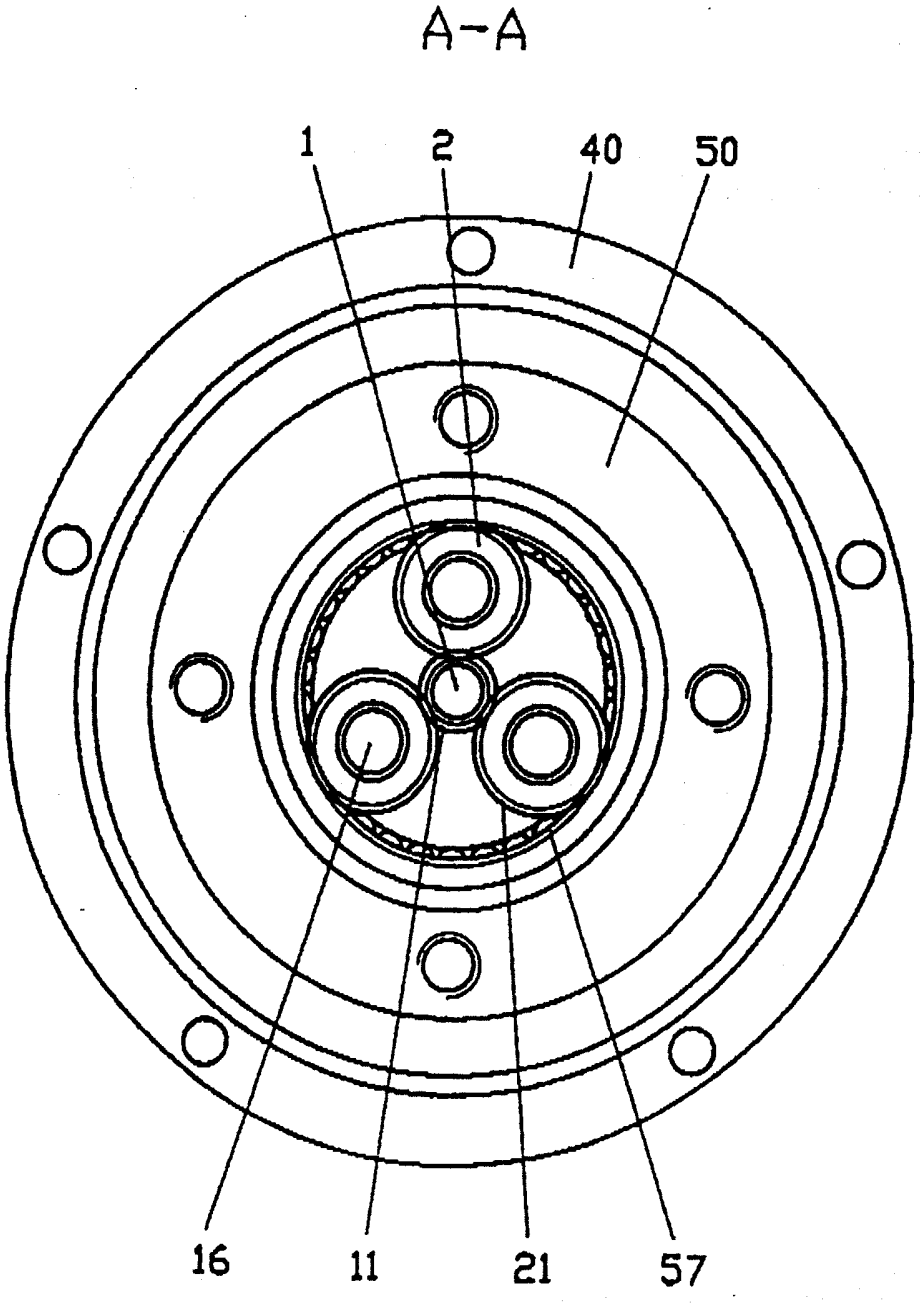
obr. 2b


50
51
52
75a
75b
74b
74a
71
90
70
80
32
34b
30b
31
34a
33
30
60
40a
41
40
12
17
10
55a
54a
54b
55b
50b

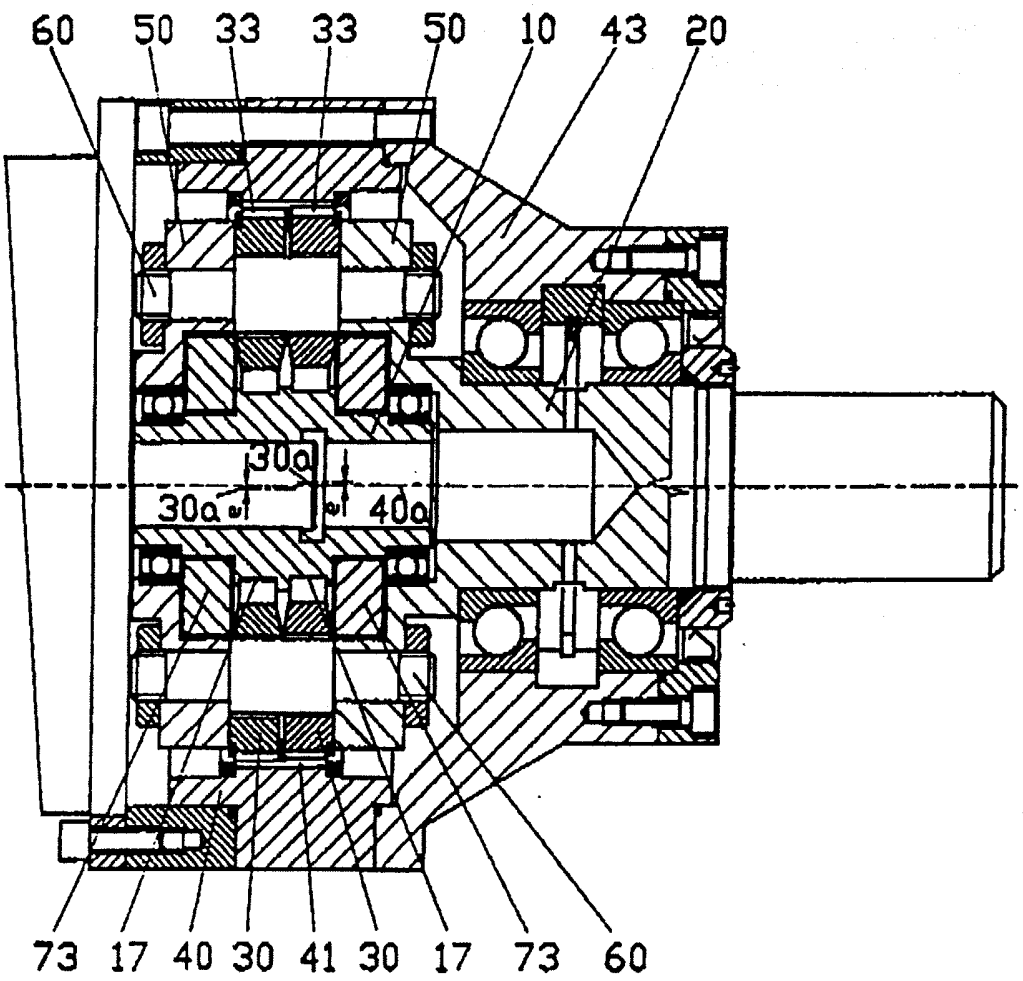
obr. 2e


A
55a 33 41 33 55a
52
60
73
10
17
30
60
50
52
73
21
16
2
1
11
17
15
57
58
30
50
30a
40a
30a
55b 52 40 52 55b
A

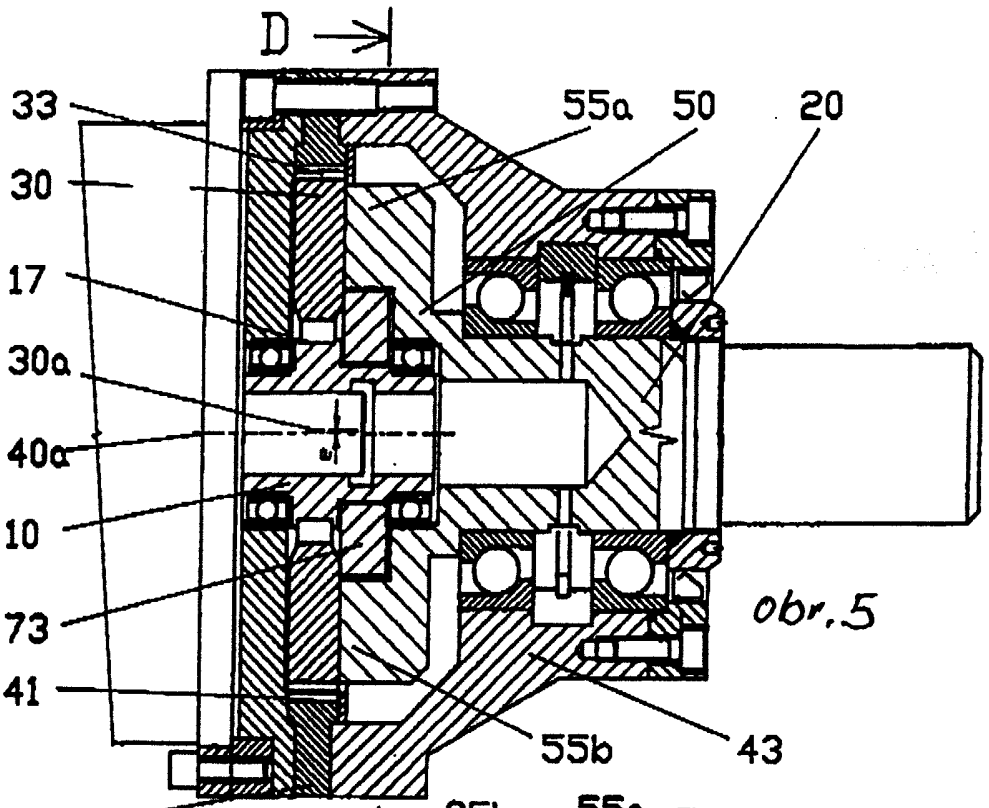
obr. 3



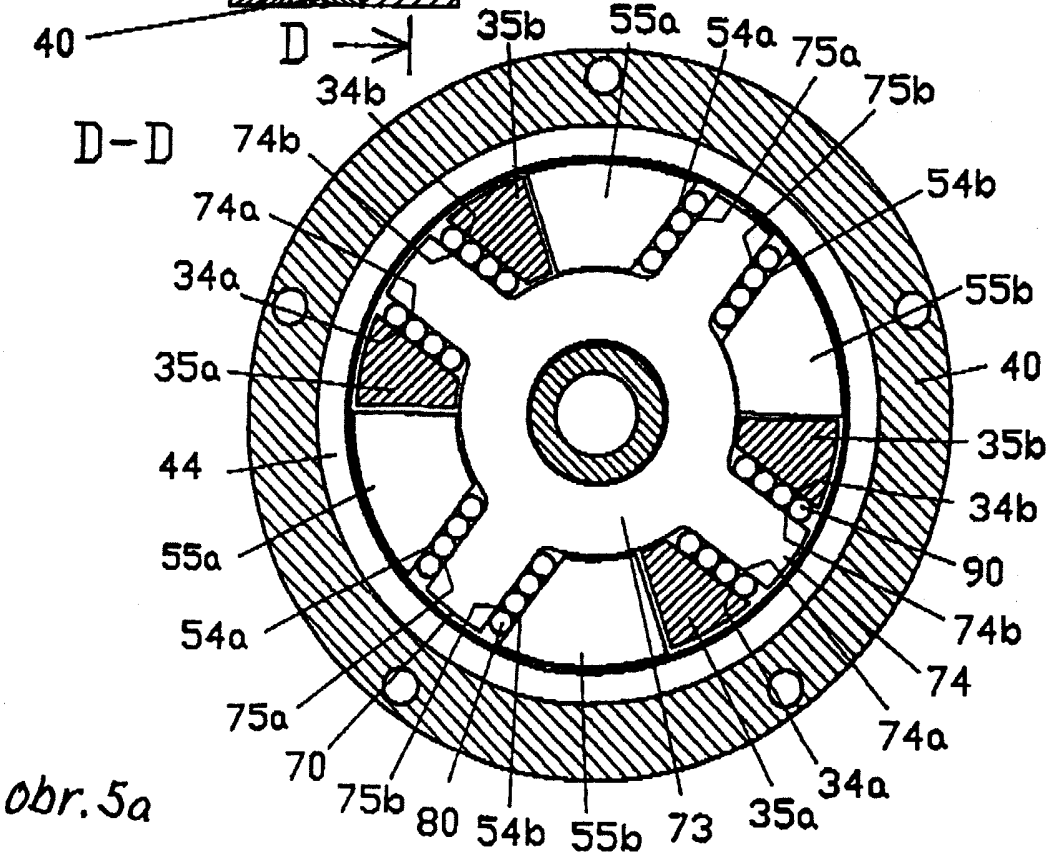
obr.3a



Obr. 4



obr.5



obr.5a

Konec dokumentu