

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

Zveřejněná podle §31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2020-306

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B60K 6/26

(2007.10)

B60K 6/365

(2007.10)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **28.05.2020**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **26.01.2022**

(Věstník č. 4/2022)

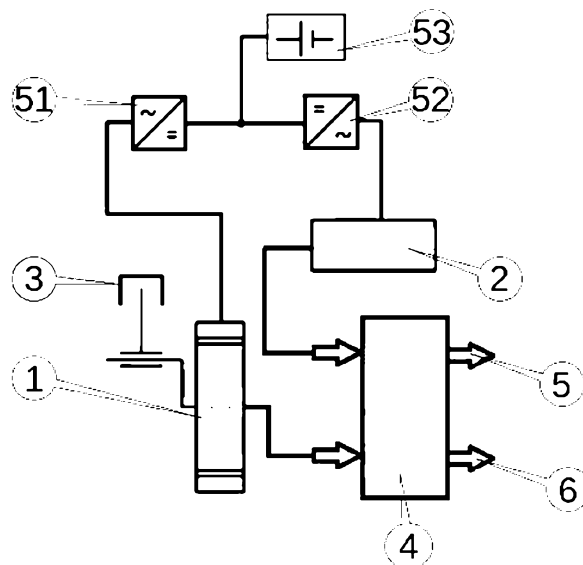
(71) Přihlašovatel:
Winning Steel s.r.o., Brno, Královo Pole, CZ

(72) Původce:
Ing. Jan Lukáš, Zbýšov, CZ
Ing. Jakub Pospíšil, Velké Opatovice, CZ
Ing. Miroslav Lukeš, Brno, Líšeň, CZ
Ing. Petr Němec, Přísnotice, CZ
Ing. Martin Krátký, Brno, Veverčí, CZ

(74) Zástupce:
INPARTNERS GROUP, Ing. Dušan Kendereški,
Tuřanka 1519/115a, 627 00 Brno, Slatina

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Elektromechanický power-split systém s
dvojvýchodovým planetovým mechanismem**

(57) Anotace:
Elektromechanický power-split systém s
mechanickou větví zahrnuje spalovací motor (3) a
elektrickou větev zahrnující první motorgenerátor
(1) a druhý motorgenerátor (2). První
motorgenerátor (1) je propojitelný se spalovacím
motorem (3) a s druhým motorgenerátorem (2). V
uvedeném systému je pro změnu poměru toku
mechanické a elektrické větve umístěn planetový
mechanismus (4) s dvojitými satelity (46) a čtyřmi
vstupními/výstupními členy. Každý dvojitý satelit
(46) je propojen s uvedenými čtyřmi
vstupními/výstupními členy, kterými jsou první pár
vstupních/výstupních členů tvořený centrálním
kolem (41) první planetové řady a korunovým
kolem (44), a druhý pár vstupních/výstupních členů
tvořený centrálním kolem (43) druhé planetové
řady a unášečem (45) satelitů. Každý ze dvou párů
vstupních/výstupních členů zahrnuje dva vstupní
členy planetového mechanismu (4). Jeden ze dvou
vstupních členů je přitom propojen se spalovacím
motorem (3) a druhý ze dvou vstupních členů je
propojen s druhým motorgenerátorem (2).
Zbývající druhý z uvedených dvou párů
vstupních/výstupních členů zahrnuje dva výstupní
členy planetového mechanismu (4).



Elektromechanický power-split systém s dvojitým planetovým mechanismem

Oblast techniky

5

Vynález se týká elektromechanického hybridního pohonu kategorie power-split hybrid (hybridní pohon s děleným výkonem), resp. převodového ústrojí typu ECVT (diferenciální plynulá převodovka s elektrickou větví (electronic continuously variable transmission)), který je určen pro kategorii osobních a nákladních automobilů, autobusů, drážních vozidel, zemědělských, stavebních a speciálních pracovních strojů, popř. lodí.

10

Dosavadní stav techniky

15 Známa řešení hybridních pohonů typu power-split hybrid (ECVT) používají jako základní stavební prvek planetový mechanismus (planetový diferenciál), do kterého vstupují konstantní otáčky spalovacího motoru a variabilní otáčky elektromotoru. Výsledné výstupní otáčky jsou pak přiváděny přímo na poháněnou nápravu vozidla nebo jsou doplněny o systém dalších planetových převodů vybavených soustavou spojek a brzd pro dosažení většího počtu převodových stupňů a
20 pracovních rozsahů. Tato řešení jsou pak s ohledem na počet použitých planetových převodů, jejich lamelových či pásových spojek a brzd, ale výrobně složitá a poměrně nákladná. Řešení používající větší počet spojek a brzd zvyšuje celkové ztráty převodového ústrojí. Tyto ztráty jsou způsobeny třením rozepnutých třecích spojek a brzd, a také poměrně velkými momenty setrvačnosti všech spojek, jejichž otáčky se musí při změně převodu zvýšit či snížit.

25

Známa řešení CVT – diferenciálních převodovek s hydrostatickou větví mají nevýhodu v nízké účinnosti variabilní hydrostatické větve. Proto je výhodné takovou převodovku doplnit dalšími převody pro dosažení vyšší mechanické účinnosti.

30 Změna smyslu otáčení výstupních otáček je dosahována buďto pomocí hydrostatických jednotek, které ale musí mít značný regulační rozsah jak na straně hydrogenerátoru, tak na straně hydromotoru, což vede k dalšímu snížení účinnosti. Nebo je reverzace realizována přidavným mechanickým převodem pro zajištění lepší účinnosti.

35 V publikaci „BOSCH Automotive Handbook, R. Bosch GmbH, 2018“ (str. 817, 818, 828 a 829) je popsána architektura elektromechanických power-split hybridních systémů obecně zahrnujících mechanickou větev se spalovacím motorem, elektrickou větev s prvním a druhým motorgenerátorem, přičemž první motorgenerátor je propojitelný s mechanickou větví, dále planetový mechanismus a výstupní hřídel. Planetový mechanismus zajišťuje dělení výkonu, resp.
40 jeho sumarizaci a u planetového mechanismu s centrálním kolem, korunovým kolem a jednoduchými satelity s unášečem satelitů jsou popsány dva módy dělení výkonu, a to na vstupu nebo na výstupu. V módu dělení výkonu na vstupu (input power-split) tvoří spalovací motor a první motorgenerátor vstupy do planetového mechanismu (např. spalovací motor na unášeč satelitů a první motorgenerátor na centrální kolo), zatímco druhý motorgenerátor tvoří výstup z planetového mechanismu (např. z korunového kola), a dále navazuje na výstupní hřídel. Naopak,
45 v módu dělení výkonu na výstupu (output power-split) tvoří spalovací motor s prvním motorgenerátorem a druhý motorgenerátor vstupy do planetového mechanismu, zatímco výstupní hřídel tvoří výstup z planetového mechanismu. Dále je popsán princip a podmínky dělení výkonu mezi mechanickou a elektrickou větví u systémů typu ECVT.

50

V čínské patentové přihlášce CN 108215766 A je popsán třízdrojový elektromechanický power-split hybridní systém s třemi zdroji energie, planetovým mechanismem, trojicí spojek, brzdou a redukčním převodovým mechanismem. Zařízení tedy zahrnuje první motorgenerátor (první zdroj energie), druhý motorgenerátor (druhý zdroj energie), spalovací motor (třetí zdroj energie),
55 planetový mechanismus s dvojitými satelity, redukční převodový mechanismus a výstupní hřídel.

Planetový mechanismus zahrnuje korunové kolo propojitelné se spalovacím motorem, brzdou a prvním motorgenerátorem přes třetí spojku; centrální kolo první planetové řady propojitelné s prvním motorgenerátorem přes první spojku; centrální kolo druhé planetové řady propojené s druhým motorgenerátorem; a dvojité satelity vždy duálním unášečem satelitů, který je na jedné straně propojitelný s prvním motorgenerátorem přes druhou spojku a na druhé straně propojitelný s redukčním převodovým mechanismem, výstupním hřídelem, a dále s poháněným členem. Zařízení má tři hybridní režimy dělicí výkon, aby se přizpůsobily různým pracovním podmínkám a zlepšila se spotřeba paliva. Tři rozsahů je dosaženo za pomoci spínání a brzdění jednotlivých členů planetového mechanismu, k tomu je zapotřebí čtveřice spínacích/brzdících prvků, což zvyšuje složitost, nákladnost a snižuje spolehlivost a celého systému.

V japonské patentové přihlášce JP 2010208584 A je popsán jednorozsahový elektromechanický power-split hybridní systém zahrnující spalovací motor, první motorgenerátor, druhý motorgenerátor, brzdový mechanismus prvního motorgenerátoru, planetový mechanismus a převodový mechanismus. Planetový mechanismus zahrnuje korunové kolo propojitelné s převodovým mechanismem, druhým motorgenerátorem, a dále s poháněným členem; centrální kolo propojené s prvním motorgenerátorem a jeho brzdovým mechanismem; a jednoduchý satelit s unášečem satelitů propojeným se spalovacím motorem. Díky jedinému pracovnímu rozsahu musí oba motorgenerátory pracovat v širokém otáčkovém rozsahu. Oblast jejich maximální účinnosti bývá ale obvykle užší. Maximální celkové účinnosti hybridního systému je dosaženo pouze při využití čistě mechanického přenosu výkonu, což je zde možné pouze v jednom bodě (tj. při jediné rychlosti vozidla).

Dále je v této přihlášce popsána varianta komplexního planetového mechanismu, který zahrnuje první a druhý planetový mechanismus pro propojení prvního motorgenerátoru s jeho brzdovým mechanismem. První planetový mechanismus zahrnuje centrální kolo propojitelné s prvním motorgenerátorem, jednoduchý satelit s unášečem satelitů propojeným se vstupním hřídelem (a dále se spalovacím motorem) a korunové kolo propojené s výstupním hřídelem (a dále s převodovým mechanismem, druhým motorgenerátorem a poháněným členem). Navazující druhý planetový mechanismus zahrnuje korunové kolo navazující na jednoduchý satelit prvního planetového mechanismu, dvojité satelit s unášečem satelitů navazujícím na korunové kolo prvního planetového mechanismu a centrální kolo propojitelné s brzdovým mechanismem prvního motorgenerátoru.

V americkém patentu US 8425377 B2 je popsán dvojrozsahový elektromechanický power-split hybridní systém zahrnující mechanickou větev se spalovacím motorem, elektrickou větev s generátorem, elektromotorem a trakčním akumulátorem, planetový mechanismus a dvoutokou převodovku s výstupním hřídelem. Planetový mechanismus zahrnuje centrální kolo propojitelné s generátorem přes brzdu, jednoduchý satelit s unášečem satelitů propojeným se spalovacím motorem a korunové kolo propojitelné s dvoutokou převodovkou přes první spojku. Dvoutoká převodovka má dva vstupy – přes první spojku z korunového kola planetového mechanismu a přes druhou spojku z elektromotoru, tj. elektromotor není přímo propojen s planetovým mechanismem. Systém má dva hybridní rozsahy, mechanickou reverzaci, možnost zablokování generátoru spojeného s centrálním kolem brzdou, čímž pak může pracovat jako motorgenerátor. Řešení využívá dva vstupy do dvoutoké převodovky, z nichž jeden je pomocí spojky propojen s hybridní větví a druhý je propojen s čistě elektrickou větví. Reverzace je řešena pomocí samostatného mechanismu pro změnu smyslu výstupních otáček. Počet součástí dvoutoké převodovky je vysoký v poměru k počtu dosažených rychlostních rozsahů, přitom není možná plynulá změna mezi rychlostními rozsahy.

V americké patentové přihlášce US 2019093737 A1 je popsán vícerozsahový elektromechanický power-split hybridní systém zahrnující spalovací motor, první elektromotor, druhý elektromotor, výstupní hřídel a komplexní planetový mechanismus s prvním a druhým planetovým soukolím, které navzájem propojují ostatní prvky systému. Dvojice planetových soukolí je pomocí systému spojek a brzd vzájemně spojována, odpojována, nebo se blokují členy některých z těchto planet. Je

k tomu ale zapotřebí trojice nebo čtveřice třecích spojek a/nebo brzd značně komplikovaných tvarů pro vzájemné spojování prvků zmiňovaných planetových mechanismů, popř. k jejich blokaci.

5 Podstata vynálezu

Cílem tohoto vynálezu je poskytnout elektromechanický power-split systém, který ve srovnání jednak se stávajícími systémy s nízkým počtem pracovních rozsahů umožňuje jejich zvýšení, a tím i zvýšení účinnosti, a jednak se stávajícími systémy s vysokým počtem pracovních rozsahů umožňuje rovněž vyšší účinnost z důvodu jednodušší konstrukce s nižšími ztrátami.

Dalším cílem tohoto vynálezu je poskytnout způsob použití výše popsaného elektromechanického power-split systému.

V prvním aspektu tohoto vynálezu má uvedený elektromechanický power-split systém mechanickou větev zahrnující spalovací motor a elektrickou větev zahrnující první motorgenerátor a druhý motorgenerátor, přičemž první motorgenerátor je propojitelný (pevně, přes převod nebo pomocí spojky) se spalovacím motorem a propojitelný (elektricky) rovněž s druhým motorgenerátorem. Podstatou tohoto vynálezu je konstrukce elektromechanického power-split hybridního pohonu, která je nová v tom, že jako sumarizační člen je pro změnu poměru toku mechanické a elektrické větve použit planetový mechanismus s dvojitým vstupem a s dvojitým výstupem. Vstup mechanické větve do planetového mechanismu je reprezentován spalovacím motorem a vstup elektrické větve do planetového mechanismu je reprezentován druhým motorgenerátorem, ačkoliv oba vstupy mohou být s planetovým mechanismem propojeny pomocí dalších hřídelí a/nebo ozubených kol.

Uvedený planetový mechanismus zahrnuje dvě planetové řady s dvojitými satelity a má čtyři vstupní/výstupní členy, které jsou rozděleny do dvou párů, přičemž každý dvojitý satelit je propojen se všemi uvedenými čtyřmi vstupními/výstupními členy. První pár vstupních/výstupních členů je tvořen centrálním kolem první planetové řady a korunovým kolem a druhý pár vstupních/výstupních členů je tvořen centrálním kolem druhé planetové řady a unášečem satelitů. Planetový mechanismus může zahrnovat alespoň dva dvojitě satelity, např. dva, tři, čtyři nebo více dvojitých satelitů. Pod výrazem „planetová řada“ se rozumí planetové soukolí, které si lze představit pomocí rovin rovnoběžných s čely a procházejících jednotlivými záběry ozubených kol, která jsou součástí planetového mechanismu – kolik rovin procházejících jednotlivými záběry, tolik řad.

Obecně je možné čtveřici vstupních/výstupních členů planetového mechanismu propojit tak, že dva členy v rámci jednoho páru tvoří vstup od spalovacího motoru a druhého motorgenerátoru, zatímco zbývající členy v rámci druhého páru jsou pak výstupní. S odkazem na podstatu tohoto vynálezu tedy platí, že kterýkoliv jeden z uvedených dvou párů vstupních/výstupních členů zahrnuje dva vstupní členy planetového mechanismu, přičemž jeden ze dvou vstupních členů je propojen se spalovacím motorem a druhý ze dvou vstupních členů je propojen s druhým motorgenerátorem, zatímco zbývající druhý z uvedených dvou párů vstupních/výstupních členů zahrnuje dva výstupní členy planetového mechanismu. Oba výstupní členy přitom tvoří ekvivalentní výstupy z planetového mechanismu, lišící se pouze reprezentací sudých a lichých rychlostních rozsahů. Výstupní členy planetového mechanismu jsou propojitelné s výstupním blokem o dvou větvích, a mechanicky dále s výstupním hřídelem, přičemž každý z výstupních členů je propojitelný právě s jednou z větví výstupního bloku.

Při ekvivalenci výstupních členů a rozdělení čtyř vstupních/výstupních členů na dva páry existují celkem 4 kombinace (označené písmeny a) až d)) vstupních členů planetového mechanismu:

a) spalovací motor je propojen s centrálním kolem první planetové řady a druhý motorgenerátor je propojen s korunovým kolem.

b) spalovací motor je propojen s korunovým kolem a druhý motorgenerátor je propojen s centrálním kolem první planetové řady.

5 c) spalovací motor je propojen s centrálním kolem druhé planetové řady a druhý motorgenerátor je propojen s unášečem satelitů.

d) spalovací motor je propojen s unášečem satelitů a druhý motorgenerátor je propojen s centrálním kolem druhé planetové řady.

10

Systém je osazen dvojicí elektrických strojů – prvním a druhým motorgenerátorem. Motorgenerátory jsou elektricky spojeny a řízeny pomocí alespoň jednoho frekvenčního měniče či regulátoru. Systém může být dále osazen trakčním akumulátorem, sloužícím pro navýšení výkonu Power boost nebo pro rekuperační ukládání energie nebo pro čistě elektrický pohon systému při stojícím spalovacím motoru. Trakční akumulátor může sloužit pro kombinaci výše zmíněných funkcí a může být dobíjen i mimo jízdu, při stojícím vozidle z vnější elektrické sítě, tzv. plug-in hybrid. Dvojice elektrických strojů (motorgenerátorů), vzájemně elektricky propojených a doplněných možným elektrickým příslušenstvím tak tvoří regulační větev sloužící k plynulé změně velikosti i smyslu otáček a tím i převodového poměru celého elektromechanického power-split systému.

20

Elektromechanický power-split systém s dvojicí motorgenerátorů pomocí tohoto uspořádání umožní výstupní členy planetového mechanismu propojit s dvoutokou převodovkou, zvýšit tak počet pracovních rozsahů, což vede k optimalizaci otáčkových rozsahů prvního a druhého motorgenerátoru, čímž je možno dosáhnout nižších ztrát než u výše uvedených řešení hybridních pohonů. Další předností je schopnost udržovat spalovací motor v režimu nejnižší měrné spotřeby paliva a tím docílit významné snížení spotřeby paliva a také emisí CO₂, což je hlavním cílem hybridních pohonů. Toto uspořádání je výhodné i ve své výrobní jednoduchosti a poměrně nízkém počtu součástí, takže i jeho výroba by v rámci vzájemného porovnání sofistikovaných pohonných systémů měla být méně nákladná než dnes známá hybridní řešení, což má v neposlední řadě význam i z hlediska spotřebované energie a surovin pro jeho výrobu.

25

Na výstupní členy planetového mechanismu navazuje výstupní blok o dvou větvích, který s výhodou zahrnuje jednak spojku první větve a spojku druhé větve, a jednak dvoutokou převodovku nebo převod. Výstupní blok je dále mechanicky propojitelný s výstupním hřídelem, na který může navazovat poháněný člen, např. nápravu vozidla, lodní šroub, poháněnou část stroje apod. Každý z výstupních členů je propojitelný právě s jednou z větví výstupního bloku, přičemž první větev výstupního bloku zahrnuje jednak první větev dvoutoké převodovky nebo převodu a jednak spojku první větve, zatímco druhá větev výstupního bloku zahrnuje jednak druhou větev dvoutoké převodovky nebo převodu a jednak spojku druhé větve. Je nutno doplnit, že první větev dvoutoké převodovky nebo převodu může zahrnovat sudé převodové stupně a druhá větev liché převodové stupně, nebo naopak první větev může zahrnovat liché převodové stupně a druhá větev sudé převodové stupně, čímž je zabezpečena ekvivalence obou větví výstupního bloku v rámci kinematického uspořádání systému. Samotné sudé a liché převodové stupně se liší pouze v převodových poměrech, nikoliv v kinematickém uspořádání.

40

Pod výrazem „propojitelný“ se v celém rozsahu této přihlášky myslí propojení, které jednak může být pevné (např. hřídel a ozubené kolo), otočné (např. dvě ozubená kola) nebo odnímatelné, resp. spínatelné (např. spojka), jednak může být elektrické nebo mechanické nebo elektromechanické, a jednak může být přímé (dva bezprostředně sousedící prvky) nebo nepřímé (dva bezprostředně nesousedící prvky).

50

V jednom provedení je kterýkoliv jeden ze dvou výstupních členů planetového mechanismu propojen se spojkou první větve, zatímco zbývající druhý ze dvou výstupních členů planetového mechanismu je propojen se spojkou druhé větve, které jsou tedy uspořádány paralelně. Na ně navazuje dvoutoká převodovka nebo převod o dvou větvích, která/který je mechanicky

55

propojitelná/y s výstupním hřídelem. Pod výrazem „převod“ je myšlen jednoduchý převod ve srovnání se složitější dvoutokou převodovkou.

5 V dalším provedení jsou oba výstupní členy planetového mechanismu propojitelné s dvoutokou převodovkou nebo převodem. Platí, že kterýkoliv jeden ze dvou výstupních členů je propojen s jednou z větví dvoutoké převodovky nebo převodu, zatímco zbývající druhý ze dvou výstupních členů je propojen s druhou z větví dvoutoké převodovky nebo převodu. Na dvoutokou převodovku nebo převod navazují spojka první větve a spojka druhé větve, které mohou být uspořádány koaxiálně nebo paralelně a jsou mechanicky propojitelné s výstupním hřídelem.

10 Použití dvoutoké převodovky se spojkou první větve a spojkou druhé větve v těchto provedeních (ve srovnání s převodem) zvyšuje počet převodových rozsahů měnitelných pod zatížením, což vede ke zvýšení účinnosti hybridního pohonu. Řešení zahrnující dvoutokou převodovku je vhodné obzvláště pro vozidla s širokým rozsahem pracovních rychlostí.

15 Pro vozidla a pracovní stroje s malým rozsahem pracovních rychlostí je konstrukce výstupního bloku jednodušší v tom, že obsahuje spojku první větve, spojku druhé větve a převod. V obou těchto provedeních je pak výstupní blok propojitelný s výstupním hřídelem.

20 Z důvodů rozměrů a okolní zástavby systému lze uspořádat spojky první a druhé větve před nebo až za dvoutokou převodovku, resp. převod.

Obecně ve všech provedeních platí, že při rostoucích otáčkách druhého motorgenerátoru je otáčkový trend u jednoho ze dvou výstupních členů planetového mechanismu vzestupný (rostoucí) a u druhého ze dvou výstupních členů planetového mechanismu sestupný (klesající). Převodové poměry první a druhé větve výstupního bloku jsou takové, že v průběhu regulace otáček druhého motorgenerátoru se otáčkové trendy první a druhé větve výstupního bloku protnou v jednom bodě pro umožnění plynulého přechodu mezi rychlostními rozsahy bez skokové změny otáček a točivého momentu.

30 Dalším aspektem tohoto vynálezu je způsob použití výše popsaného elektromechanického power-split systému, kde:

- 35 • planetový mechanismus sumarizuje vstupní otáčky ze spalovacího motoru a vstupní otáčky z druhého motorgenerátoru, přičemž dva výstupní členy planetového mechanismu jsou propojeny s výstupním blokem a pouze jedna ze dvou větví výstupního bloku je využita pro přenos výkonu na výstupní hřídel, zatímco druhá ze dvou větví výstupního bloku je nevyužita pro přenos výkonu na výstupní hřídel; a
- 40 • plynulá změna výstupních otáček z výstupního bloku je regulována změnou vstupních otáček z druhého motorgenerátoru.

45 Otáčkový rozsah výstupních členů planetového mechanismu, daný regulací otáček druhého motorgenerátoru v kombinaci s jednotlivými převodovými poměry dvoutoké převodovky nebo převodu, tedy dává jednotlivé rychlostní rozsahy hybridního systému. Pod výrazem „využití větve výstupního bloku pro přenos výkonu na výstupní hřídel“ se rozumí sepnutí spojky první nebo druhé větve, a v případě dvoutoké převodovky rovněž kterýkoliv jedné synchronizační spojky v rámci dané větve. Pod výrazem „nevyužití větve výstupního bloku pro přenos výkonu na výstupní hřídel“ se rozumí rozepnutí alespoň jedné spojky v rámci první nebo druhé větve, včetně spojky

50 první nebo druhé větve a/nebo kterýkoliv jedné synchronizační spojky v rámci dané větve.

S výhodou jsou vstupní otáčky ze spalovacího motoru v planetovém mechanismu konstantní a vstupní otáčky z druhého motorgenerátoru v planetovém mechanismu variabilní.

S výhodou je dále vyrovnání vstupních a výstupních otáček té spojky první, případně druhé větve, která je rozeprutá, regulováno změnou vstupních otáček z druhého motorogenerátoru. Po vyrovnání otáček před a za uvedenou rozeprutou spojku dojde k sepnutí rozepruté a k rozeprutí sepnuté spojky, čímž dojde k výměně spojek a k přecházení rychlostního rozsahu bez skokové změny točivého momentu a výstupních otáček z výstupního bloku a vstupních otáček ze spalovacího motoru.

S výhodou je smysl otáčení výstupních otáček výstupního bloku při lichém pracovním rozsahu reverzován pomocí regulace smyslu otáček druhého motorogenerátoru v rozsahu záporných hodnot, zatímco smysl otáčení výstupních otáček výstupního bloku při sudém pracovním rozsahu je reverzován pomocí regulace otáček druhého motorogenerátoru v rozsahu kladných hodnot. Pod výrazem „regulace otáček“ se rozumí zvyšování nebo snižování otáček.

Ke změně smyslu otáček dochází už na výstupu z planetového mechanismu za pomoci vhodné regulace otáček druhého motorogenerátoru, tomu odpovídá smysl otáčení výstupního hřídele výstupního bloku navazujícího na výstupní hřídel. K reverzaci otáček výstupního hřídele výstupního bloku tak dojde bez pomoci dodatečných zařízení jako jsou ozubená soukolí s vloženým kolem spínaná pomocí synchronizačních spojek nebo mokrých či suchých třecích spojek.

V provedení se stojícím spalovacím motorem (tj. při čistě elektrickém pohonu) jsou oba výstupní členy planetového mechanismu poháněny pouze druhým motorogenerátorem. Plynulou změnu výstupních otáček, přecházení nebo reverzaci lze dosáhnout jak v hybridním, tak i v elektrickém pracovním režimu, kdy spalovací motor stojí a těchto úkonů je dosaženo regulací otáček druhého motorogenerátoru.

Objasnění výkresů

Vynález je blíže osvětlen pomocí výkresů, kde:

- na obr. 1 je znázorněno propojení mechanické a elektrické větve s planetovým mechanismem sloužícím pro sumarizaci vstupních otáček spalovacího motoru a druhého motorogenerátoru;
- na obr. 2a-d jsou znázorněny příklady propojení (kombinace a, b, c, d) jednotlivých vstupních/výstupních členů planetového mechanismu s prvky reprezentujícími vstup ze spalovacího motoru a druhého motorogenerátoru a výstup ke spojce první a druhé větve;
- na obr. 3a je znázorněno vícerozsahové uspořádání výstupního bloku s dvoutokou převodovkou, kde výstupní členy planetového mechanismu přímo navazují na spojku první a druhé větve v paralelním uspořádání;
- na obr. 3b je znázorněno dvourozsahové uspořádání výstupního bloku s převodem, kde výstupní členy planetového mechanismu přímo navazují na spojku první a druhé větve v paralelním uspořádání;
- na obr. 3c je znázorněno vícerozsahové uspořádání výstupního bloku s dvoutokou převodovkou, kde výstupní členy planetového mechanismu přímo navazují na dvoutokou převodovku, a až dále na spojku první a druhé větve v koaxiálním uspořádání;
- na obr. 3d je znázorněno dvourozsahové uspořádání výstupního bloku s převodem, kde výstupní členy planetového mechanismu přímo navazují na převod, a až dále na spojku první a druhé větve v koaxiálním uspořádání;

- na obr. 3e je znázorněn detail převodu z obr. 3b, analogicky i z obr. 3d;
- na obr. 4a je znázorněno celkové kinematické uspořádání jednoho provedení elektromechanického hybridního power-split systému, na základě kombinací z obr. 2a a 3a;
- na obr. 4b je znázorněno celkové kinematické uspořádání dalšího provedení elektromechanického hybridního power-split systému, na základě kombinací z obr. 2b a 3a; a
- na obr. 4c je znázorněno celkové kinematické uspořádání jednoho provedení elektromechanického hybridního power-split systému, na základě kombinací z obr. 2a a 3a, přičemž všechny vstupy a výstupy z planetového mechanismu jsou s odpovídajícími navazujícími prvky propojeny přes dva páry vstupních, resp. výstupních hřídelí.

Příklady uskutečnění vynálezu

Vynález bude blíže osvětlen na příkladu jeho provedení s odkazem na příslušné výkresy. Je nasnadě, že níže uvedené popisy jsou ilustrativním vyjádřením aplikace principů tohoto vynálezu. Přitom je možné realizovat na témže principu více ze sebe vzájemně vycházejících provedení, které se mohou navzájem odlišovat použitím nebo nepoužitím některých součástí, vzájemnou záměnou propojení spalovacího motoru 3, a druhého motorgenerátoru 2 s jednotlivými vnitřními členy planetového mechanismu 4, nebo použitím různého počtu rychlostních rozsahů a synchronizačních spojek dvoutoké převodovky 32.

Obecné uspořádání tohoto vynálezu je znázorněno na obr. 1, kde je znázorněna mechanická větev se spalovacím motorem 3, elektrická větev s prvním motorgenerátorem 1 a druhým motorgenerátorem 2 a planetový mechanismus 4. V elektrické větvi jsou mezi prvním motorgenerátorem 1 a druhým motorgenerátorem 2 zapojeny jednotlivé frekvenční měniče 51, 52 a trakční akumulátor 53, jejíž funkce je popsána níže. Vstup mechanické větve do planetového mechanismu 4 je reprezentován spalovacím motorem 3 a vstup elektrické větve do planetového mechanismu 4 je reprezentován druhým motorgenerátorem 2, zatímco výstup z planetového mechanismu 4 do dvou větví výstupního bloku 38 je reprezentován spojkou 5 první větve a spojkou 6 druhé větve.

Planetový mechanismus 4 podle kombinací na obr. 2a až 2d zahrnuje dvě planetové řady s dvojitými satelity 46 a čtyřmi vstupními/výstupními členy, které jsou rozděleny do dvou párů. První pár vstupních/výstupních členů je tvořen centrálním kolem 41 první planetové řady a korunovým kolem 44 a druhý pár vstupních/výstupních členů je tvořen centrálním kolem 43 druhé planetové řady a unášečem 45 satelitů.

Na obr. 2a je spalovací motor 3 propojen s centrálním kolem 41 první planetové řady a druhý motorgenerátor 2 propojen s korunovým kolem 44. Centrální kolo 43 druhé planetové řady je propojeno s první větví výstupního bloku 38 a unášeč 45 satelitů je propojen s druhou větví výstupního bloku 38, i když v tomto případě můžou být první a druhá větev výstupního bloku 38 navzájem zaměněny.

Na obr. 2b je spalovací motor 3 je propojen s korunovým kolem 44 a druhý motorgenerátor 2 je propojen s centrálním kolem 41 první planetové řady. Centrální kolo 43 druhé planetové řady je propojeno s první větví výstupního bloku 38 a unášeč 45 satelitů je propojen s druhou větví výstupního bloku 38, i když v tomto případě můžou být první a druhá větev výstupního bloku 38 navzájem zaměněny.

Na obr. 2c je spalovací motor 3 je propojen s centrálním kolem 43 druhé planetové řady a druhý motorgenerátor 2 je propojen s unášečem 45 satelitů. Korunové kolo 44 je propojeno s první větví výstupního bloku 38 a centrální kolo 41 první planetové řady je propojeno s druhou větví výstupního bloku 38, i když v tomto případě můžou být první a druhá větev výstupního bloku 38 navzájem zaměněny.

Na obr. 2d je spalovací motor 3 je propojen s unášečem 45 satelitů a druhý motorgenerátor 2 je propojen s centrálním kolem 43 druhé planetové řady. Korunové kolo 44 je propojeno s první větví výstupního bloku 38 a centrální kolo 41 první planetové řady je propojeno s druhou větví výstupního bloku 38, i když v tomto případě můžou být první a druhá větev výstupního bloku 38 navzájem zaměněny.

Výstupní blok 38 podle kombinací na obr. 3a až 3d zahrnuje dvě větve, přičemž první větev výstupního bloku 38 zahrnuje jednak první větev dvoutoké převodovky 32 nebo převodu 33 a jednak spojku 5 první větve, zatímco druhá větev výstupního bloku 38 zahrnuje jednak druhou větev dvoutoké převodovky 32 nebo převodu 33 a jednak spojku 6 druhé větve. Každý z výstupních členů planetového mechanismu 4 je propojitelný právě s jednou z větví výstupního bloku 38. Detail převodu 33 je znázorněn na obr. 3e, kde lze vidět hřídel A 35 a hřídel B 36 na vstupu, přičemž tyto jsou propojeny přes svá ozubení s ozubeními 37 na výstupním hřídeli 10.

Na obr. 3a je jeden ze dvou výstupních členů planetového mechanismu 4 propojen se spojkou 5 první větve, zatímco zbývající druhý ze dvou výstupních členů planetového mechanismu 4 je propojen se spojkou 6 druhé větve, které jsou tedy uspořádány paralelně. Na ně navazuje dvoutoká převodovka 32 o dvou větvích, která je mechanicky propojitelná s poháněným členem 34, např. nápravou vozidla nebo lodním šroubem. Na obr. 3b je analogický výstupní blok 38 k obr. 3a, přičemž dvoutoká převodovka 32 je nahrazena převodem 33.

Na obr. 3c je jeden ze dvou výstupních členů planetového mechanismu 4 propojen s jednou z větví dvoutoké převodovky 32, zatímco zbývající druhý ze dvou výstupních členů je propojen s druhou z větví dvoutoké převodovky 32. Na dvoutokou převodovku 32 navazují spojka 5 první větve a spojka 6 druhé větve, které jsou uspořádány koaxiálně a jsou mechanicky propojitelné s poháněným členem 34, např. nápravou vozidla nebo lodním šroubem. Na obr. 3d je analogický výstupní blok 38 k obr. 3c, přičemž dvoutoká převodovka 32 je nahrazena převodem 33.

Konkrétní provedení vynálezu odpovídá uspořádání dle obr. 4a, kde je znázorněno kinematické schéma elektromechanického hybridního pohonu kategorie power-split hybrid se dvěma výstupními hřídeli, které odpovídá kombinaci uspořádání z obr. 2a a 3a. V tomto provedení pohon zahrnuje spalovací motor 3, jenž je pomocí prvního hřídele 11 spojen s centrálním kolem 41 první planetové řady planetového mechanismu 4 a zajišťuje konstantní větev vstupních otáček.

První motorgenerátor 1 je pevně propojen se spalovacím motorem 3 a slouží jako zdroj či spotřebič elektrické energie řídící se dle potřeby druhého motorgenerátoru 2 nebo pro dobíjení akumulátorů. Umožňuje také funkci E-powerboost, která zvyšuje vstupní točivý moment sloučením točivých momentů prvního motorgenerátoru 1 a spalovacího motoru 3.

Druhý motorgenerátor 2 slouží pro změnu (zvyšování či snižování) otáček korunového kola 44 planetového mechanismu 4, se kterým je spojen přes převod tvořený ozubením 16 a ozubením 17 a zajišťuje tak variabilní větev vstupních otáček.

Planetový mechanismus 4 slouží ke sloučení vstupů od spalovacího motoru 3 a druhého motorgenerátoru 2. Je opatřen dvojicí výstupních členů, které tvoří unášeč 45 satelitů, propojený přes převod tvořený ozubením 18 a ozubením 19 s pátým hřídelem 20 a centrální kolo 43 druhé planetové řady, propojené přes převod tvořený ozubením 21 a ozubením 22 s šestým hřídelem 23.

Pátý hřídel 20 je propojen se spojkou 6 druhé větve a šestý hřídel 23 je propojen se spojkou 5 první větve. Obě tyto spojky slouží ke změně rychlostního rozsahu bez přerušení toku točivého momentu, čímž je umožněno další plynulé zvyšování či snižování výstupních otáček převodovky v následujícím zvoleném rychlostním rozsahu. Před vlastní změnou rychlostního rozsahu, danou

5 vystřídáním přenosu momentu mezi spojkou 6 druhé větve a spojkou 5 první větve, dojde k předvolení vhodného vyššího či nižšího převodového stupně dvoutoké převodovky 32 pomocí elektromagneticky, hydraulicky, či pneumaticky ovládaných synchronizačních spojek 15, 9 první a druhé větve, tj. lichých převodových stupňů a sudých převodových stupňů.

10 Na obr. 4c je znázorněno uspořádání dle obr. 4a, přičemž vstupy a výstupy planetového mechanismu 4 jsou prodlouženy pomocí vstupních hřídelí 11, 12 a výstupních hřídelí 13, 14. V tomto uspořádání je přitom vstupní hřídel 11 (první hřídel 11) propojen s centrálním kolem 41 první planetové řady, vstupní hřídel 12 (druhý hřídel 12) s korunovým kolem 44, výstupní hřídel 13 (třetí hřídel 13) s unášečem 45 satelitů a výstupní hřídel 14 (čtvrtý hřídel 14) s centrálním kolem

15 43 druhé planetové řady.

Analogicky k obr. 4a, na obr. 4b je znázorněno další konkrétní provedení s kinematickým schématem elektromechanického hybridního pohonu kategorie power-split hybrid se dvěma výstupními hřídeli, které odpovídá kombinaci uspořádání z obr. 2b a 3a. Od obr. 4a se liší pouze

20 vstupem spalovacího motoru 3 na korunové kolo 44 přes převod tvořený ozubením 16 a ozubením 17, a vstupem druhého motorgenerátoru 2 na centrální kolo 41 první planetové řady pomocí prvního hřídele 11. Vstupy konstantní a variabilní větve vstupních otáček jsou tedy na planetovém mechanismu 4 prohozeny v rámci jednoho páru vstupních/výstupních členů.

25 Popis pracovních režimů

Vynález umožňuje provoz v hybridním režimu, kdy poměr toku výkonu elektrickou a mechanickou větví se v průběhu provozu mění, nebo provoz v čistě elektrickém režimu pohonu. V hybridním režimu slouží k primární výrobě energie pro pohon spalovací motor 3, elektrický režim pohonu

30 využívá jako zdroj energie pohonu trakční akumulátor 53. Trakční akumulátor 53 umožňuje při dostatečném nabití funkci E-powerboost, kde při poklesu otáček a nárůstu zatížení spalovacího motoru 3 dodává elektrickou energii do frekvenčního měniče 51 prvního motorgenerátoru i do frekvenčního měniče 52 druhého motorgenerátoru a díky tomu za pomoci prvního motorgenerátoru 1 a druhého motorgenerátoru 2 umožňuje dosáhnout maximální výkon pohonu, který je vyšší, než

35 výkon spalovacího motoru 3. Pro oba režimy, hybridní i elektrický dále platí, že pro sudé rychlostní rozsahy vpřed i vzad je v činnosti spojka 5 první větve a synchronizační spojka 9 první větve. Dále jsou pro liché rychlostní rozsahy v činnosti spojka 6 druhé větve a synchronizační spojka 15 druhé větve. V hybridním režimu je vždy v činnosti spalovací motor 3, první motorgenerátor 1, i druhý motorgenerátor 2, přičemž oba motorgenerátory pracují dle schématu popsaného v tabulce obr. 5.

40 V elektrickém režimu je spalovací motor 3 nečinný a první motorgenerátor 1 je v brzdném režimu. V obou režimech (hybridním i elektrickém) toto uspořádání umožňuje reverzaci otáček výstupů planetového mechanismu pomocí řízení otáček druhého motorgenerátoru 2, funkce prvního motorgenerátoru 1 přitom závisí na potřebě druhého motorgenerátoru 2.

45 Příklad činnosti vynálezu

Jako příklad pro zrychlování můžeme použít situaci, kdy převodovka pracuje při sepnuté spojkce 6 druhé větve na zařazený první převodový stupeň, kdy osmé ozubení 25, které je součástí osmého hřídele 8, je v trvalém záběru se spoluzabírajícím druhým ozubeným kolem 27 převodovky

50 připojeným pomocí synchronizační spojky 15 druhé větve na výstupní hřídel 10 převodovky.

Současně pomocí synchronizační spojky 9 první větve dojde k zařazení druhého rychlostního stupně, který je realizován pomocí záběru desátého ozubení 31, které je součástí sedmého hřídele 7 převodovky se spoluzabírajícím čtvrtým ozubeným kolem 29, které se tím rovněž spojí s

55 výstupním hřídelem 10 převodovky. Pak následuje vystřídání přenosu momentu ze spojky 6 druhé

větve na spojku 5 první větve bez přerušení toku točivého momentu a elektronickou regulací otáček druhého motorgenerátoru 2 pokračuje plynulé zvyšování otáček výstupního hřídele 10 převodovky při zařazeném druhém rozsahu.

- 5 Při zrychlování s přechodem do třetího a čtvrtého rychlostního stupně je situace obdobná, jak bylo osvětleno na příkladu výše.

Jako příklad pro zpomalování můžeme použít situaci, kdy převodovka pracuje při sepnuté spojce 5 první větve zařazený čtvrtý převodový stupeň, kdy deváté ozubení 30, které je součástí sedmého hřídele 7, je v trvalém záběru se spoluzabírajícím třetím ozubeným kolem 28 převodovky připojeným pomocí synchronizační spojky 9 první větve výstupní hřídel 10 převodovky.

Současně pomocí synchronizační spojky 15 druhé větve dojde k zařazení třetího rychlostního stupně, který je realizován pomocí záběru sedmého ozubení 24, které je součástí osmého hřídele 8 převodovky se spoluzabírajícím prvním ozubeným kolem 26 převodovky, které se tím rovněž spojí s výstupním hřídelem 10 převodovky. Pak následuje vystřídání přenosu momentu ze spojky 5 první větve na spojku 6 druhé větve bez přerušení toku točivého momentu a elektronickou regulací otáček druhého motorgenerátoru 2 pokračuje plynulé snižování otáček výstupního hřídele 10 převodovky při zařazeném třetím rozsahu.

20

Příklad výstupního bloku

Pro stroje s nízkou maximální rychlostí může být konstrukce výstupního bloku 38 jednodušší v tom, že obsahuje pouze spojky 5 první větve, spojky 6 druhé větve a převod 33. V takovém případě by se jednalo o dvojrozsahové provedení. Pro vozidla s vyšší maximální rychlostí je možno výstupy planetového mechanismu přivést do dvoutoké převodovky 32, která umožní zvýšení počtu rychlostních rozsahů s cílem zvýšení celkové účinnosti systému pro danou aplikaci.

25

Příklad regulace výstupních otáček z výstupního bloku 38

30

Planetový mechanismus 4 je využitý pro sumarizaci konstantních otáček spalovacího motoru 3 a variabilních otáček od druhého motorgenerátoru 2 a spojuje své dva výstupní členy 43 a 45 s dvojicí vstupů do převodovky 23 a 20, kde pomocí spojky 5 první větve a spojky 6 druhé větve umožňuje přechod rychlostního rozsahu, aniž by došlo ke skokové změně vstupních a výstupních otáček. Navazující plynulá změna výstupních otáček nastává díky regulaci otáček druhého motorgenerátoru 2.

35

Při stojícím spalovacím motoru 3 je pohon pátého hřídele 20 a šestého hřídele 23 planetového mechanismu 4 realizován čistě elektrickou cestou - druhým motorgenerátorem 2.

40

Příklad reverzace výstupních otáček z výstupního bloku 38

K reverzaci otáček dochází už na výstupu z planetového mechanismu 4 za pomoci vhodné regulace otáček druhého motorgenerátoru 2. Tím dojde ke změně smyslu otáček unášče 45 satelitů a centrálního kola 43 druhé planetové řady (viz obr. 4a), a díky tomu i výstupního hřídele 10 převodovky. K reverzaci otáček výstupního hřídele převodovky 10 tak dojde bez pomoci dodatečných zařízení jako jsou ozubená soukolí s vloženým kolem spínaná pomocí synchronizačních spojek nebo mokrých či suchých třecích spojek.

45

Kinematické uspořádání planetového mechanismu 4 podle obr. 4a umožňuje reverzaci otáček unášče 45 satelitů a centrálního kola 43 druhé planetové řady planetového mechanismu 4. Reverzace lze dosáhnout jak v hybridním, tak i v elektrickém pracovním režimu, kdy spalovací motor 3 stojí a reverzace je dosaženo vhodným způsobem regulace otáček druhého motorgenerátoru 2.

50

55

Tabulka základních pracovních režimů pro jízdu vpřed a vzad s kladným zatížením

režim	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>53</u>	rychlostní rozsah vpřed i vzad
hybridní	+	-	+	+/-	1
	+	+	-	+/-	2
	+	-	+	+/-	3
	+	+	-	+/-	4
elektrický	0	B	+	+	1
	0	B	+	+	2
	0	B	+	+	3
	0	B	+	+	4

- 5 Kladné zatížení odkazuje na pohon, ze kterého je výkon na výstupní straně (tj. na výstupním hřídeli 10) odebírán, zatímco případné záporné zatížení odkazuje na pohon, do kterého je na výstupní straně (tj. na výstupním hřídeli 10) výkon dodáván.

V případě použití dvoutoké převodovky 32 ve výstupním bloku 38:

rychlostní rozsah vpřed i vzad	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>15</u>	<u>9</u>
1	1	0	1	0
2	0	1	0	1
3	1	0	1*	0
4	0	1	0	1**

10

V případě použití převodu 33 ve výstupním bloku 38:

rychlostní rozsah vpřed i vzad	<u>6</u>	<u>5</u>
1	1	0
2	0	1

Legenda:

15

+	motorický režim motorgenerátorů, přeměna elektrické energie na mechanickou, v případě spalovacího motoru <u>3</u> dodání mechanické energie do systému, v případě trakčního akumulátoru <u>53</u> dodávka energie do systému
0	vypnutý stav
1	sepnutý stav
-	brzdňý, resp. generátorický režim motorgenerátorů, přeměna mechanické energie na elektrickou, v případě spalovacího motoru <u>3</u> odběr energie ze systému (brzdění motorem), v případě trakčního akumulátoru <u>53</u> odběr energie ze systému trakčním akumulátorem
B	člen je zabrzděn
*	synchronizační spojka <u>15</u> je ve třetím rozsahu sepnuta na opačné straně jako u prvního rozsahu
**	synchronizační spojka <u>9</u> je ve čtvrtém rozsahu sepnuta na opačné straně jako u druhého rozsahu

Průmyslová využitelnost

- 20 Tento typ elektromechanického power-split systému může být použit pro pohon nákladních automobilů, autobusů, drážních vozidel, zemědělských, stavebních a speciálních pracovních strojů, ale i osobních automobilů, popř. lodí.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Elektromechanický power-split systém s mechanickou větví zahrnující spalovací motor (3) a s elektrickou větví zahrnující první motorgenerátor (1) a druhý motorgenerátor (2), přičemž první motorgenerátor (1) je propojitelný se spalovacím motorem (3) a s druhým motorgenerátorem (2), přičemž v uvedeném systému je pro změnu poměru toku mechanické a elektrické větve umístěn planetový mechanismus (4) s dvojitými satelity (46) a čtyřmi vstupními/výstupními členy, přičemž každý dvojitý satelit (46) je propojen s uvedenými čtyřmi vstupními/výstupními členy, kterými jsou první pár vstupních/výstupních členů tvořený centrálním kolem (41) první planetové řady a korunovým kolem (44), a druhý pár vstupních/výstupních členů tvořený centrálním kolem (43) druhé planetové řady a unášečem (45) satelitů, **vyznačující se tím**, že kterýkoliv jeden z uvedených dvou párů vstupních/výstupních členů zahrnuje dva vstupní členy planetového mechanismu (4), přičemž jeden ze dvou vstupních členů je propojen se spalovacím motorem (3) a druhý ze dvou vstupních členů je propojen s druhým motorgenerátorem (2), zatímco zbývající druhý z uvedených dvou párů vstupních/výstupních členů zahrnuje dva výstupní členy planetového mechanismu (4), přičemž výstupní členy planetového mechanismu (4) jsou propojitelné s výstupním blokem (38) o dvou větvích, a mechanicky dále s výstupním hřídelem (10), přičemž každý z výstupních členů je propojitelný právě s jednou z větví výstupního bloku (38).
2. Elektromechanický power-split systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že spalovací motor (3) je propojen s centrálním kolem (41) první planetové řady a druhý motorgenerátor (2) je propojen s korunovým kolem (44).
3. Elektromechanický power-split systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že spalovací motor (3) je propojen s korunovým kolem (44) a druhý motorgenerátor (2) je propojen s centrálním kolem (41) první planetové řady.
4. Elektromechanický power-split systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že spalovací motor (3) je propojen s centrálním kolem (43) druhé planetové řady a druhý motorgenerátor (2) je propojen s unášečem (45) satelitů.
5. Elektromechanický power-split systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že spalovací motor (3) je propojen s unášečem (45) satelitů a druhý motorgenerátor (2) je propojen s centrálním kolem (43) druhé planetové řady.
6. Elektromechanický power-split systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že první větev výstupního bloku (38) zahrnuje první větev dvoutoké převodovky (32) a spojku (5) první větve, zatímco druhá větev výstupního bloku (38) zahrnuje druhou větev dvoutoké převodovky (32) a spojku (6) druhé větve.
7. Elektromechanický power-split systém podle kteréhokoliv z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že první větev výstupního bloku (38) zahrnuje první větev převodu (33) a spojku (5) první větve, zatímco druhá větev výstupního bloku (38) zahrnuje druhou větev převodu (33) a spojku (6) druhé větve.
8. Elektromechanický power-split systém podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že při rostoucích otáčkách druhého motorgenerátoru (2) je otáčkový trend u jednoho ze dvou výstupních členů planetového mechanismu (4) vzestupný a u druhého ze dvou výstupních členů planetového mechanismu (4) sestupný pro umožnění plynulého přechodu mezi rychlostními rozsahy bez skokové změny otáček a točivého momentu.
9. Způsob použití elektromechanického power-split systému podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím**, že planetový mechanismus (4) sumarizuje vstupní otáčky ze spalovacího motoru (3) a vstupní otáčky z druhého motorgenerátoru (2), přičemž dva výstupní

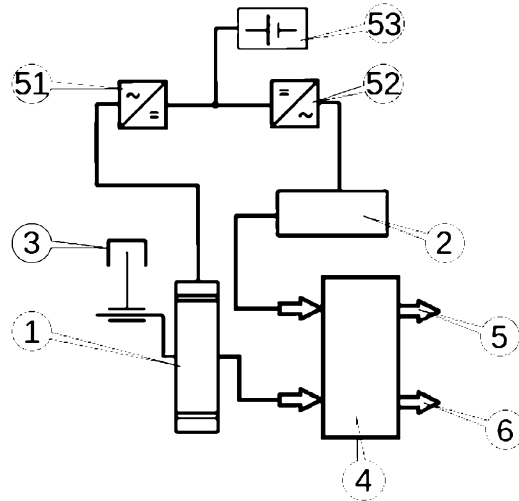
- členy planetového mechanismu (4) jsou propojeny s výstupním blokem (38) a pouze jedna ze dvou větví výstupního bloku (38) je využita pro přenos výkonu na výstupní hřídel (10), zatímco druhá ze dvou větví výstupního bloku (38) je nevyužita pro přenos výkonu na výstupní hřídel (10), přičemž plynulá změna výstupních otáček z výstupního bloku (38) je regulována změnou vstupních otáček z druhého motorgenerátoru (2).
10. Způsob podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že vyrovnání vstupních a výstupních otáček té spojky (5, 6) první, případně druhé větve, která je rozepnutá, je regulováno změnou vstupních otáček z druhého motorgenerátoru (2), přičemž po vyrovnání otáček před a za uvedenou rozepnutou spojkou dojde k sepnutí rozepnuté a k rozepnutí sepnuté spojky, čímž dojde k přeřazení rychlostního rozsahu bez skokové změny točivého momentu a výstupních otáček z výstupního bloku (38) a vstupních otáček ze spalovacího motoru (3).
11. Způsob podle kteréhokoliv z nároků 9 až 10, **vyznačující se tím**, že smysl otáčení výstupních otáček výstupního bloku (38) při lichém pracovním rozsahu je reverzován pomocí regulace smyslu otáček druhého motorgenerátoru (2) v rozsahu záporných hodnot, zatímco smysl otáčení výstupních otáček výstupního bloku (38) při sudém pracovním rozsahu je reverzován pomocí regulace smyslu otáček druhého motorgenerátoru (2) v rozsahu kladných hodnot.
12. Způsob podle nároků 9 až 11, **vyznačující se tím**, že při stojícím spalovacím motoru (3) jsou oba výstupní členy planetového mechanismu (4) poháněny pouze druhým motorgenerátorem (2).

5 výkresů

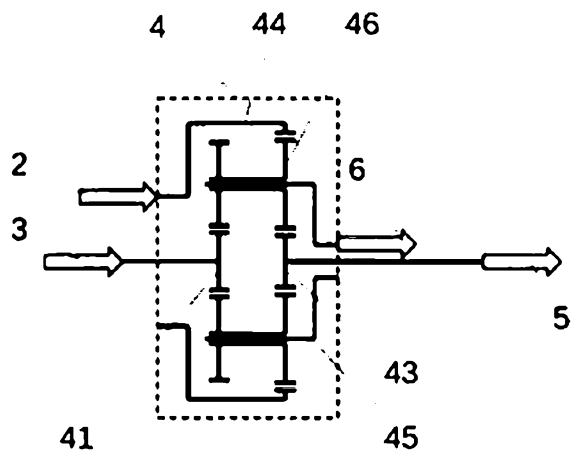
Seznam vztahových značek

- 1 první motorgenerátor
- 2 druhý motorgenerátor
- 3 spalovací motor
- 4 planetový mechanismus
- 5 spojka první větve
- 6 spojka druhé větve
- 7 sedmý hřídel
- 8 osmý hřídel
- 9 synchronizační spojka první větve
- 10 výstupní hřídel výstupního bloku 38
- 11 první hřídel
- 12 druhý hřídel
- 13 třetí hřídel
- 14 čtvrtý hřídel
- 15 synchronizační spojka druhé větve
- 16 první ozubení
- 17 druhé ozubení
- 18 třetí ozubení
- 19 čtvrté ozubení
- 20 pátý hřídel
- 21 páté ozubení
- 22 šesté ozubení
- 23 šestý hřídel
- 24 sedmé ozubení
- 25 osmé ozubení
- 26 první ozubené kolo dvoutoké převodovky 32
- 27 druhé ozubené kolo dvoutoké převodovky 32
- 28 třetí ozubené kolo dvoutoké převodovky 32

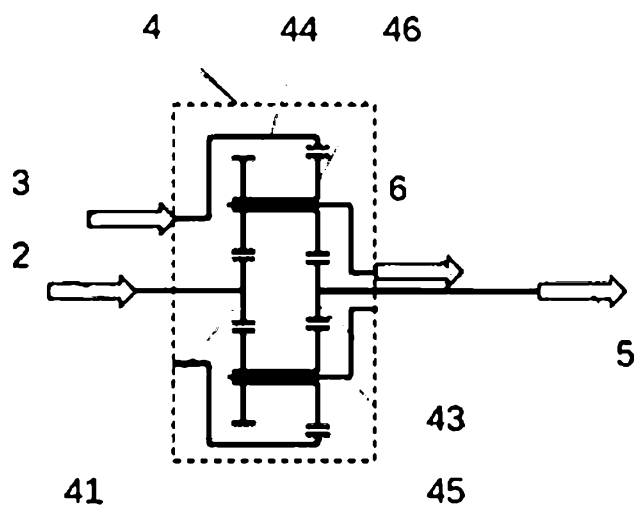
- 29 čtvrté ozubené kolo dvoutoké převodovky 32
- 30 deváté ozubení
- 31 desáté ozubení
- 32 dvoutoká převodovka
- 33 převod
- 34 poháněný člen
- 35 hřídel A s ozubením
- 36 hřídel B s ozubením
- 37 ozubení výstupního hřídele 10
- 38 výstupní blok
- 41 centrální kolo první planetové řady
- 43 centrální kolo druhé planetové řady
- 44 korunové kolo
- 45 unášec satelitů
- 46 dvojitý satelit
- 51 frekvenční měnič prvního motorgenerátoru 1
- 52 frekvenční měnič druhého motorgenerátoru 2
- 53 trakční akumulátor



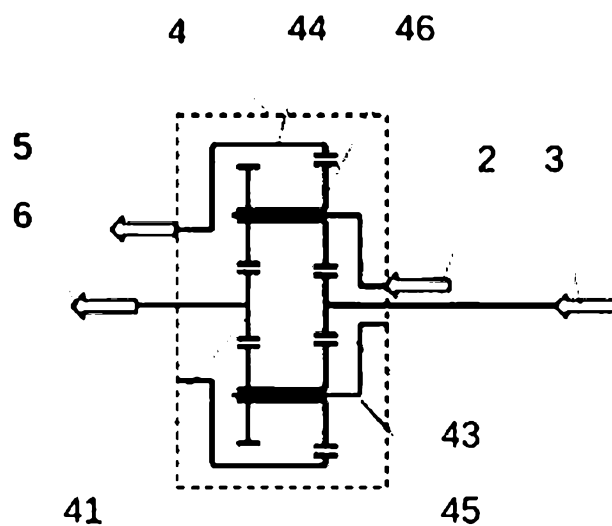
Obr. 1



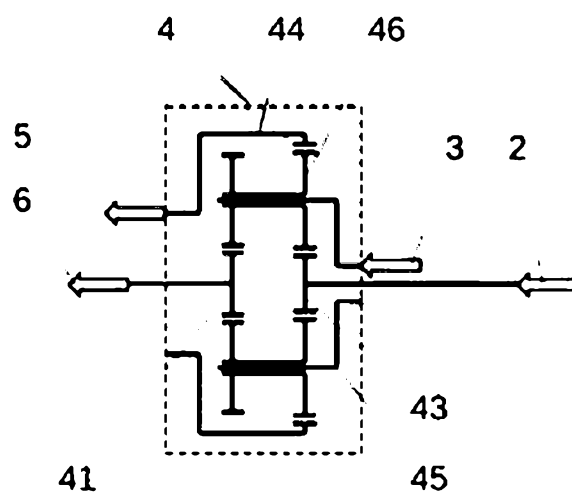
Obr. 2a



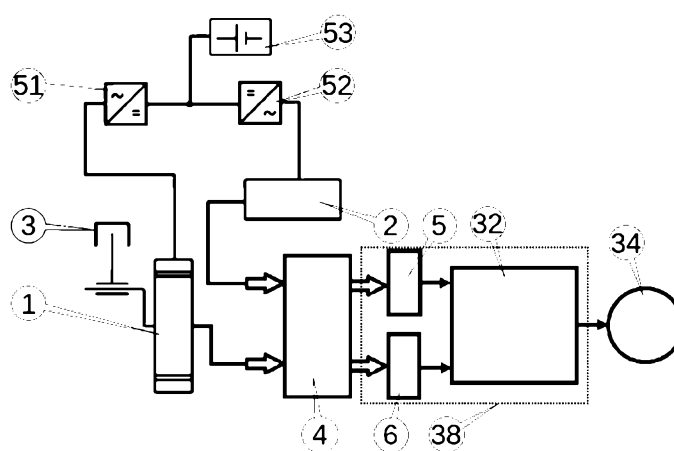
Obr. 2b



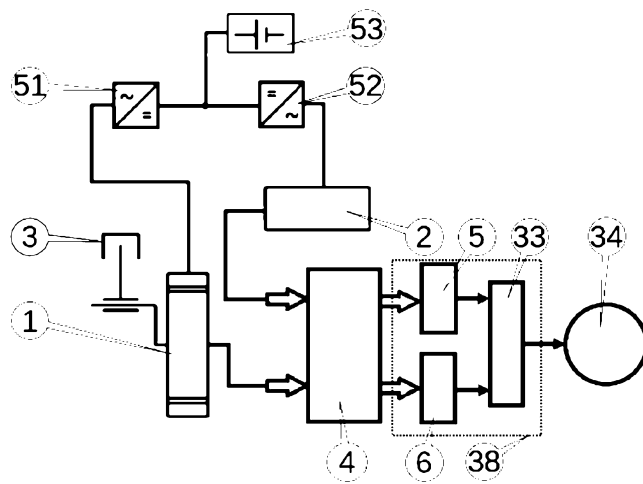
Obr. 2c



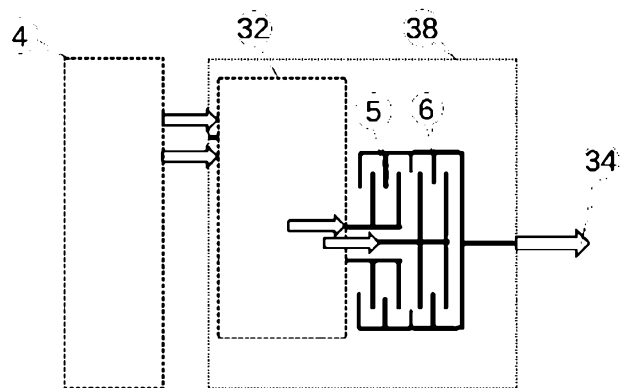
Obr. 2d



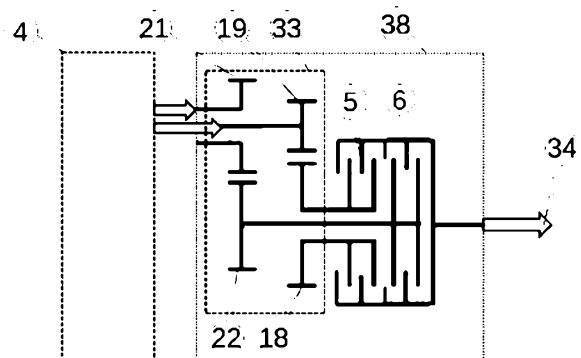
Obr. 3a



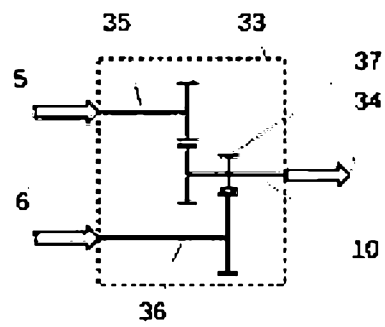
Obr. 3b



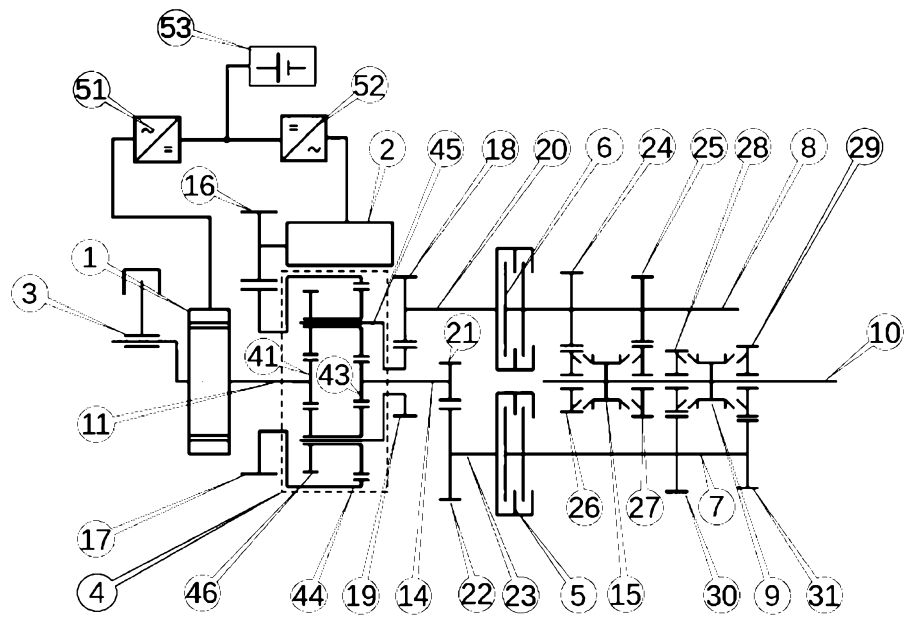
Obr. 3c



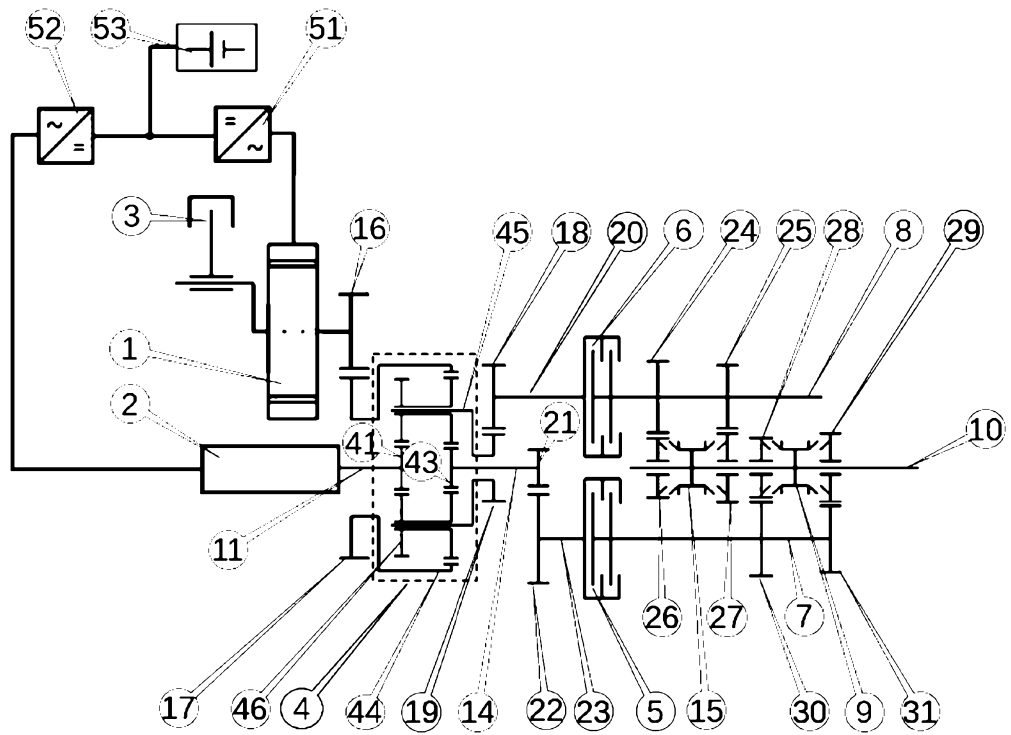
Obr. 3d



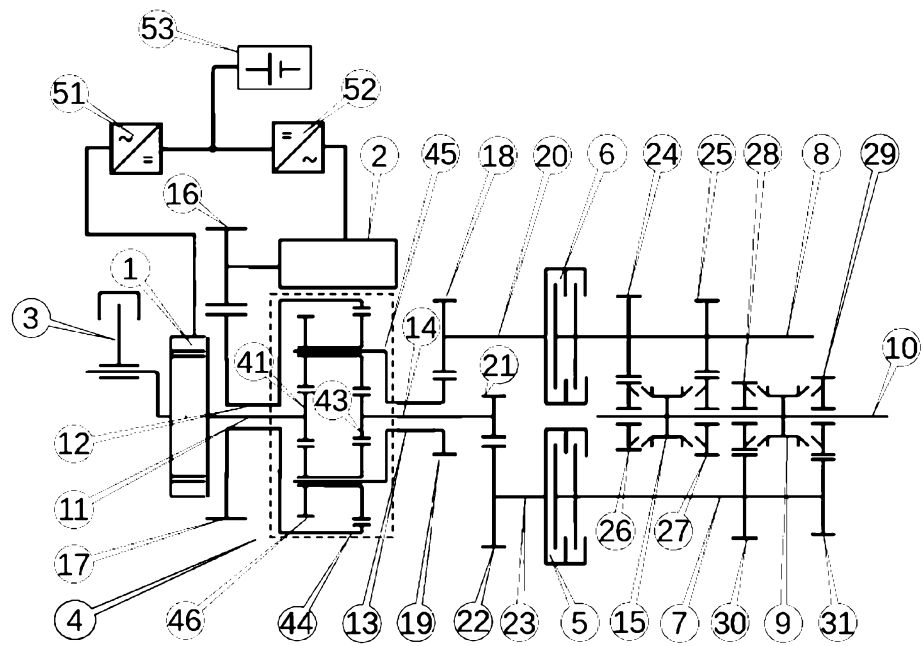
Obr. 3e



Obr. 4a



Obr. 4b



Obr. 4c