

UŽITNÝ VZOR

27 563

(51) Int. Cl.:

H02P 7/00	(2006.0
H02P 7/06	(2006.0
H02P 8/00	(2006.0

(21) Číslo přihlášky:	2014-30201
(22) Přihlášeno:	03.11.2014
(47) Zapsáno:	27.11.2014

(72) Původce:
Zdeněk Havránek, Káraný, CZ
doc. Ing. Jaroslav Skopal, CSc., Praha 8- Karlín,
CZ
MUDr. Bohdan Babinec, CSc., Praha 9- Prosek, CZ

CZ 27563 U1

Zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru, zejména pro elektrovýzbroj motorových vozidel

Oblast techniky

5 Technické řešení se týká zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru, zejména pro elektrovýzbroj motorových vozidel, ale i jiných stejnosměrných točivých strojů středních a vyšších výkonů.

Dosavadní stav techniky

10 Jsou známy bezkontaktní motory sestávající tak jako standardní stejnosměrné komutátorové stroje ze synchronního motoru a z invertoru, měničů stejnosměrný proud na střídavý o kmitočtu přímo úměrném rychlosti otáčení. Synchronní motor je složen z magnetového systému, kotvy, snímačů polohy rotoru vůči statoru a dalších konstrukčních prvků. Při použití invertoru polovodičového je třeba uložit vinutí kotvy na stator a rotor je konstruován jako magnetový systém, který je řešen tak, aby nebylo třeba používat kluzných mechanických kontaktů pro přívod elektrické energie do rotoru. Magnetový systém tak vytváří základní magnetický tok stroje a u těchto bez-

15 kontaktních motorů je tohoto efektu dosaženo nejsnáze pomocí permanentních magnetů uložených v rotoru.

S postupným zaváděním nových technologií výroby a obrábění feromagnetických materiálů byly odstraněny technické potíže při realizaci rotačních částí elektromotorů a zejména v ustavení permanentních magnetů v rotorech, které byly minulými technickými prostředky limitovány otáčkami do 100 m/s z důvodů obtížného vyvážení a nepřesnostmi při jejich výrobě. Současné technologie dovolují vytvořit rotační části s velmi přesným ustavením permanentních magnetů v rotoru a je možné vytvořit rotační část elektromotoru se střídavě orientovanými magnetickými zónami v homogenním tělese jako celku s velmi přesným ohraničením dělicí roviny magnetických pólů. Toto přesné provedení rotorů následně umožňuje aplikaci vysokovýkonných elektronických řídicích jednotek a řídicích a regulačních systémů pro bezkomutátorové motory středních a vyšších výkonů. Bylo tak podstatně rozšířeno pásmo využití bezkomutátorových motorů v oblastech, které byly v minulosti problematické.

20

25

Ovládací jednotky stávajících řešení využívají transistorových a tyristorových obvodů, které spočívají v sériovém zapojení kotvy s výkonným tranzistorem řízeným do báze přes pomocný zesilovač z výstupu polohového snímače. Zesilovač obsahuje jeden či více tranzistorů a tento počet je odvislý od požadovaného výkonu, který je schopen dodat snímač. Jako nejvýhodnější se osvědčují nepříliš výkonné snímače, jejichž použití vede k poměrně vysoké celkové účinnosti motoru a malým rozměrům celého zařízení. Existuje též dvoucestné napájení vinutí zapojeného do můstkového obvodu sestávajícího ze čtyř tranzistorů řízených opět pomocným zesilovačem anebo přímo snímačem polohy. Toto dvoucestné napájení však přináší komplikace v obvodu, vede ke zvýšení počtu použitých součástí, což snižuje spolehlivost a je instalováno jen u strojů nízkých výkonů.

30

35

Další nevýhodou stávajících provedení je časté používání kapacitních snímačů zapojených do zpětnovazebního obvodu kmitočtového generátoru, což sice odstraňuje pomocný zesilovač, avšak kapacitní snímač musí být opatřen vlastním generátorem, což obvod komplikuje a navíc je požadováno přesného navržení obvodu s ohledem na parazitní kapacity přívodů zkreslujících přesnost celého zařízení.

40

Cílem technického řešení tudíž zůstává požadavek na vytvoření takové řídicí jednotky, která by byla univerzálně použitelná pro velký výkonový rozsah bezkomutátorových elektromotorů s vysokou účinností a minimální poruchovostí.

45

Podstata technického řešení

Výše uvedené nevýhody ve velké míře odstraňuje a účel technického řešení splňuje zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru, zejména pro elektrovýzbroj motorových vozidel, sestávající ze snímačů polohy rotoru a vzájemně propojených spínacích prvků s mnohofázovým uzavřeným vinutím statoru a binárního dekodéru, podle technického řešení, jehož podstata spočívá v tom, že na první vstup binárního dekodéru a druhý vstup binárního dekodéru opatřené-
ho vstupem pulzního řízení výkonu stroje je připojen první snímač polohy rotoru a druhý snímač polohy rotoru, přičemž na první výstup binárního dekodéru je napojen první spínací prvek a sedmý spínací prvek, na druhý výstup binárního dekodéru je napojen druhý spínací prvek a osmý spínací prvek, na třetí výstup binárního dekodéru je napojen třetí spínací prvek a pátý spínací prvek a na čtvrtý výstup binárního dekodéru je napojen čtvrtý spínací prvek a šestý spínací prvek a přičemž první spínací prvek, druhý spínací prvek, třetí spínací prvek jsou napojeny na kladný pól stejnosměrného zdroje a pátý spínací prvek, šestý spínací prvek, sedmý spínací prvek a osmý spínací prvek jsou napojeny na záporný pól stejnosměrného zdroje a přičemž mezi první spínací prvek a pátý spínací prvek, mezi druhý spínací prvek a šestý spínací prvek, mezi třetí spínací prvek a sedmý spínací prvek a mezi čtvrtý spínací prvek a osmý spínací prvek je napojeno mnohofázové uzavřené vinutí statoru.

Podle technického řešení se ukazuje zapojení řídicí jednotky s možným použitím jak pro bezkomutátorové elektromotory s vnitřním statorem, tak i pro elektromotory se statorem vnějším, což přináší výhody univerzálního využití. S výhodou je upřednostněno provedení s rotorem vnějším opatřeným permanentními magnety a rotujícím okolo pevného statoru s vinutím, neboť jsou lépe ustaveny setrvačné hmoty stroje, což zklidňuje jeho chod a zvyšuje jeho cyklickou pravidelnost v každém režimu otáčení. Provedení podle technického řešení umožňuje využití standardní technologie výroby motorů pro komutátorové stroje s použitím stejných profilů pro jádro a stejný systém vinutí. Využití všech cívek vinutí statoru v každém komutačním cyklu v součinnosti s velmi přesně definovaným okamžikem přepnutí polarit a změny magnetického toku umožňuje dosažení vysoké účinnosti stroje při minimálních rozměrech pro daný výkon. Při tomto provedení je odstraněno rušení vznikající jiskřením na komutátoru a lze využít velmi účinnou pulzní regulaci výkonu za minimálních ztrát. Využití zapojení podle technického řešení se nabízí pro elektromotory středních a vyšších výkonů, především v oblasti elektrovýzbroje motorových vozidel, průmyslové a dopravní techniky apod. Na rotační část stroje lze konstrukčně snadno aplikovat sběrné místo točivého momentu a převodových zařízení, která lze využít u autoventilace, stěračových systémů a v jiných místech vozidel, kde je požadavek na plynulý a nehluký chod zařízení s možností plynulé regulace a možností odběru vysokého točivého momentu při nízkých otáčkách stroje včetně jeho plynulého rozběhu. Zařízení podle technického řešení též vykazuje významnou úsporu elektrické energie, neboť zařízení neobsahuje ztrátová přechodová místa a odebírá si energii právě tolik, kolik v okamžitém režimu potřebuje.

Přehled obrázků na výkresech

Na připojeném obr. 1 je schematicky znázorněn příklad zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru podle technického řešení, na obr. 2 je znázorněno provedení elektromotoru s vnějším rotorem, na obr. 3 je schematicky znázorněno provedení elektromotoru s vnitřním rotorem a obr. 4 až obr. 9 představuje model komutačních pochodů bezkomutátorového stroje s vnějším rotorem s vyznačeným komutačním úhlem.

Příklad provedení technického řešení

Na obr. 1 je schematicky znázorněno zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru středních výkonů, kde je patrný binární dekodér 3 opatřený vstupem 15 pulzního řízení výkonu stroje. Na první vstup A binárního dekodéru 3 a na druhý vstup B binárního dekodéru 3 je napojen první snímač 1 polohy rotoru a druhý snímač 2 polohy rotoru. Tyto snímače jsou v daném

konkrétním případě tvořeny optočlenem, jehož tok je přerušován vhodným stínítkem umístěným na rotační části stroje. Na první výstup 1' binárního dekodéru 3 je napojen první spínací prvek 4 a sedmý spínací prvek 10. Na druhý výstup 2' binárního dekodéru 3 je napojen druhý spínací prvek 5 a osmý spínací prvek 11, na třetí výstup 3' binárního dekodéru 3 je napojen třetí spínací prvek 6 a pátý spínací prvek 8 a na čtvrtý výstup 4' binárního dekodéru 3 je napojen čtvrtý spínací prvek 7 a šestý spínací prvek 9. První spínací prvek 4, druhý spínací prvek 5, třetí spínací prvek 6 a čtvrtý spínací prvek 7 jsou napojeny na kladný pól 13 stejnosměrného zdroje a pátý spínací prvek 8, šestý spínací prvek 9, sedmý spínací prvek 10 a osmý spínací prvek 11 jsou napojeny na záporný pól 14 stejnosměrného zdroje. Napojení mnohofázového uzavřeného vinutí 12 statoru je provedeno mezi prvním spínacím prvkem 4' a pátým spínacím prvkem 8, mezi druhým spínacím prvkem 5 a šestým spínacím prvkem 9, mezi třetím spínacím prvkem 6 a sedmým spínacím prvkem 10 a mezi čtvrtým spínacím prvkem 7 a osmým spínacím prvkem 11. Všechny spínací prvky jsou výkonové.

Na obr. 2 je znázorněn ve schematickém příčném řezu motor s vnějším rotorem, kde rotor je tvořen feromagnetickým pláštěm 16, na jehož vnitřní ploše jsou radiálně připevněny permanentní magnety 17 obklopující stator 18 motoru s vnějším rotorem, který je opatřen mnohofázovým uzavřeným vinutím 12 statoru. Současně je zde vyznačena magnetická orientace S severní a magnetická orientace J jižní. Obr. 3 představuje provedení motoru s vnitřním rotorem, kde je patrné válcové těleso 19 tvořené z permanentních magnetů, a které je obklopeno statorem 18' motoru s vnitřním rotorem opatřeným mnohofázovým vnitřním uzavřeným vinutím 12 statoru.

Na obr. 4 až obr. 9 je schematicky znázorněn model prvních třech komutačních pochodů z výchozí polohy a výchozí polarizace z celkových pěti komutačních pochodů, přičemž pátá komutace se nachází ve shodné konfiguraci s komutací první, což výsledně odpovídá jedné otáčce rotoru ve směru s otáčení. Dělicí rovina p magnetických pólů odpovídá nastavené úrovni prvního a druhého snímače polohy rotoru s vyznačeným komutačním úhlem φ , v jehož konfiguraci dochází k přepnutí elektrické polarizace. Čtvrtá a pátá komutace není zakreslena.

Funkce obvodu podle technického řešení spočívá v tom, že na první vstup A binárního dekodéru 3 a druhý vstup B binárního dekodéru 3 je připojen první snímač 1 polohy rotoru a druhý snímač 2 polohy rotoru, které jsou umístěny tak, aby jejich výstupy měnily úroveň vždy při otočení rotoru o 180° a zároveň s výhodou vzájemně svíraly úhel 90° tak, aby kombinace obou výstupních signálů z prvního snímače 1 polohy rotoru a druhého snímače 2 polohy rotoru se měnila vždy po otočení rotoru o 90°.

Podle kombinace úrovní na prvním vstupu A binárního dekodéru 3 a na druhém vstupu B binárního dekodéru 3 je vždy aktivní buď první výstup 1', druhý výstup 2', třetí výstup 3' nebo čtvrtý výstup 4' binárního dekodéru 3. Aktivní výstup binárního dekodéru 3 způsobí sepnutí k němu připojeného právě odpovídajícího prvního až osmého spínacího prvku 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, který zajišťuje komutaci proudu v mnohofázovém uzavřeném vinutí 12 statoru. Např. aktivní první výstup 1' binárního dekodéru 3 způsobí sepnutí prvního spínacího prvku 4 a sedmého spínacího prvku 10. Ostatní spínací prvky jsou v tomto okamžiku rozepnuty.

40

N Á R O K Y N A O C H R A N U

1. Zapojení řídicí jednotky bezkomutátorového elektromotoru, zejména pro elektrovýzbroj motorových vozidel, sestávající ze snímačů polohy rotoru a vzájemně propojených spínacích prvků s mnohofázovým uzavřeným vinutím statoru a binárním dekodérem, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že na první vstup (A) binárního dekodéru (3) a druhý vstup (B) binárního dekodéru (3) opatřeného vstupem (15) pulzního řízení výkonu stroje je připojen první snímač (1) polohy rotoru a druhý snímač (2) polohy rotoru, přičemž na první výstup (1') binárního dekodéru (3) je napojen první spínací prvek (4) a sedmý spínací prvek (10), na druhý výstup (2') binárního deko-

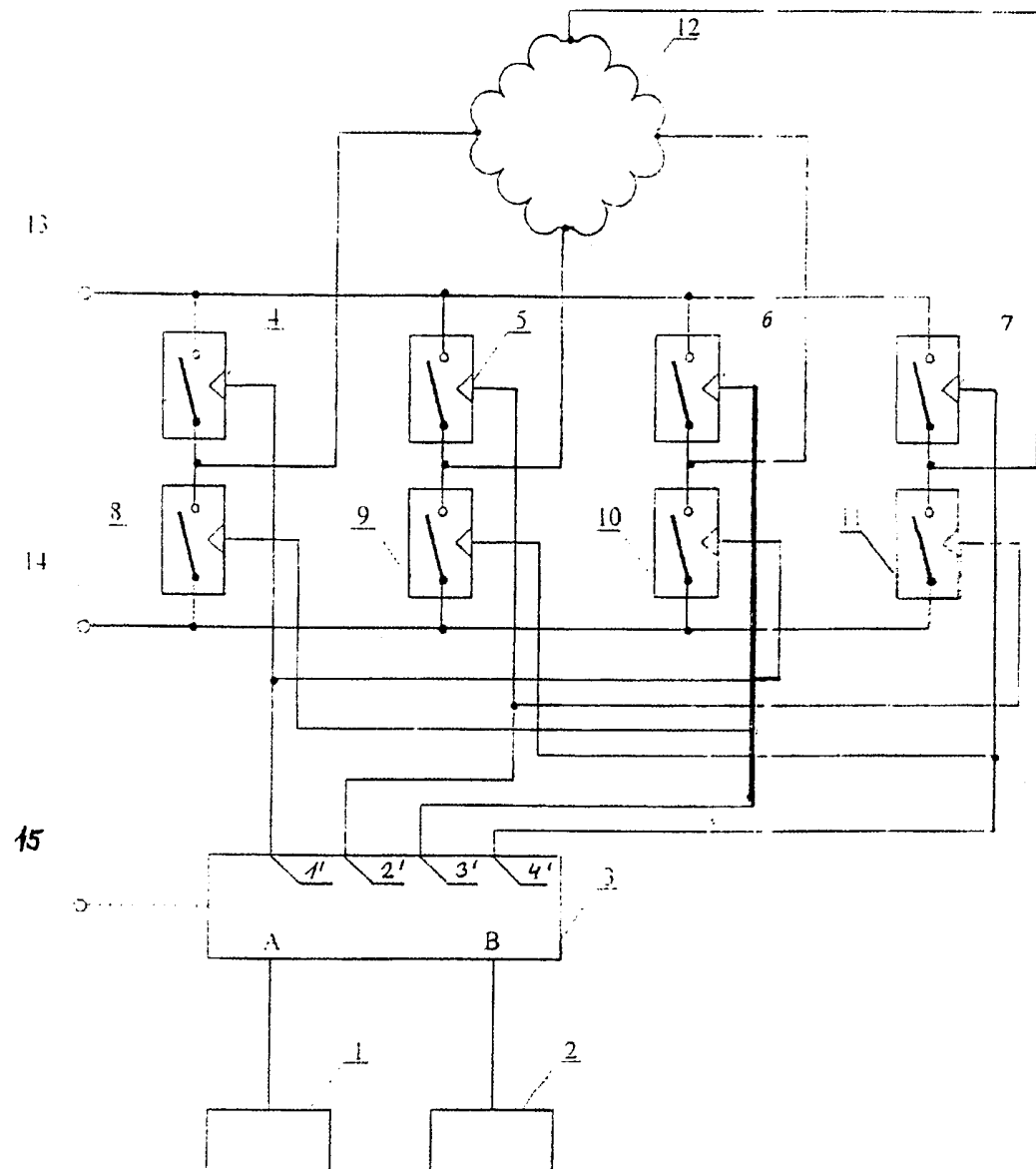
45

děru (3) je napojen druhý spínací prvek (5) a osmý spínací prvek (11), na třetí výstup (3') binárního dekodéru (3) je napojen třetí spínací prvek (6) a pátý spínací prvek (8) a na čtvrtý výstup (4') binárního dekodéru (3) je napojen čtvrtý spínací prvek (7) a šestý spínací prvek (9), přičemž první spínací prvek (4), druhý spínací prvek (5), třetí spínací prvek (6) a čtvrtý spínací prvek (7) jsou napojeny na kladný pól (13) stejnosměrného zdroje a pátý spínací prvek (8), šestý spínací prvek (9), sedmý spínací prvek (10) a osmý spínací prvek (11) jsou napojeny na záporný pól (14) stejnosměrného zdroje, přičemž mezi první spínací prvek (4) a pátý spínací prvek (8), mezi druhý spínací prvek (5) a šestý spínací prvek (9), mezi třetí spínací prvek (6) a sedmý spínací prvek (10) a mezi čtvrtý spínací prvek (7) a osmý spínací prvek (11) je napojeno mnohofázové uzavřené vinutí (12) statoru.

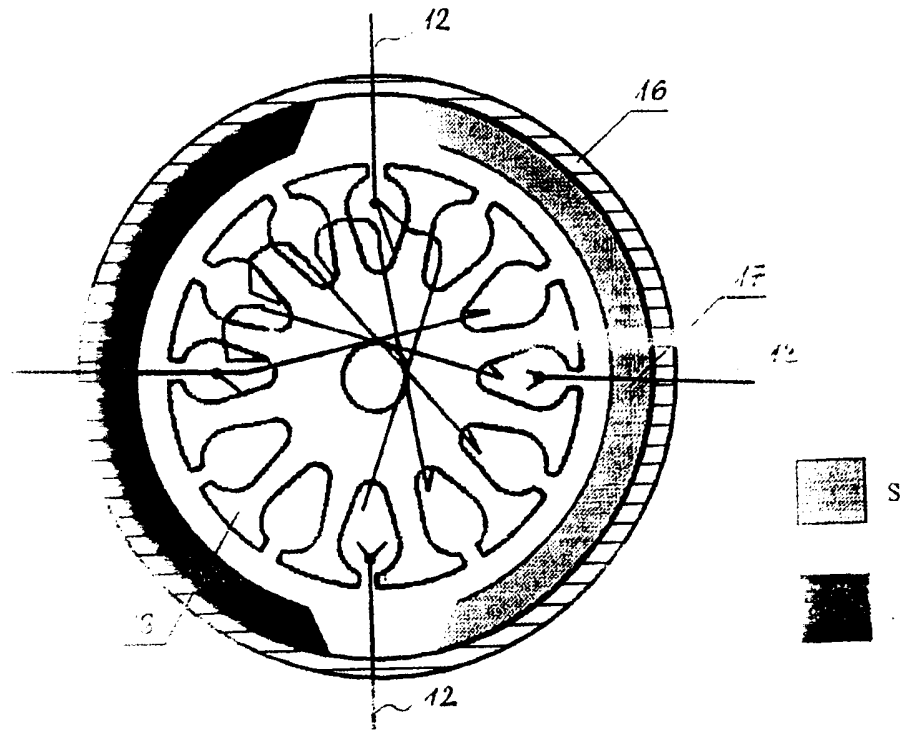
3 výkresy

Seznam vztahových značek:

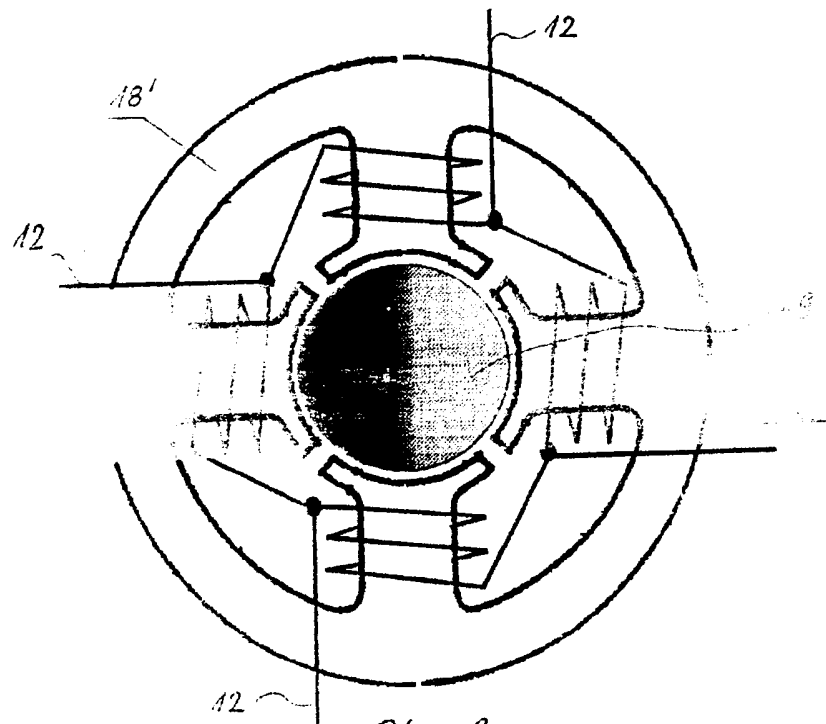
- | | |
|----|---|
| 15 | 1 - první snímač polohy rotoru |
| | 2 - druhý snímač polohy rotoru |
| | 3 - binární dekodér |
| | A - první vstup binárního dekodéru |
| | B - druhý vstup binárního dekodéru |
| 20 | 1' - první výstup binárního dekodéru |
| | 2' - druhý výstup binárního dekodéru |
| | 3' - třetí výstup binárního dekodéru |
| | 4' - čtvrtý výstup binárního dekodéru |
| | 4 - první spínací prvek |
| 25 | 5 - druhý spínací prvek |
| | 6 - třetí spínací prvek |
| | 7 - čtvrtý spínací prvek |
| | 8 - pátý spínací prvek |
| | 9 - šestý spínací prvek |
| 30 | 10 - sedmý spínací prvek |
| | 11 - osmý spínací prvek |
| | 12 - mnohofázové uzavření vinutí statoru |
| | 13 - kladný pól stejnosměrného zdroje |
| | 14 - záporný pól stejnosměrného zdroje |
| 35 | 15 - vstup pulzního řízení výkonu stroje |
| | 16 - feromagnetický plášť |
| | 17 - permanentní magnet |
| | 18 - stator motoru s vnějším rotorem |
| | 18' - stator motoru s vnitřním rotorem |
| 40 | S - magnetická orientace severní |
| | J - magnetická orientace jižní |
| | s - směr otáčení |
| | ϕ - komutační úhel |
| | ρ - dělicí rovina magnetických pólů. |
| 45 | |



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3