

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2022-391

(13) Druh dokumentu: A3

(51) Int. Cl.:

H02K 1/27 (2022.01)
H02K 1/12 (2006.01)
H02K 1/28 (2006.01)
H02K 29/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



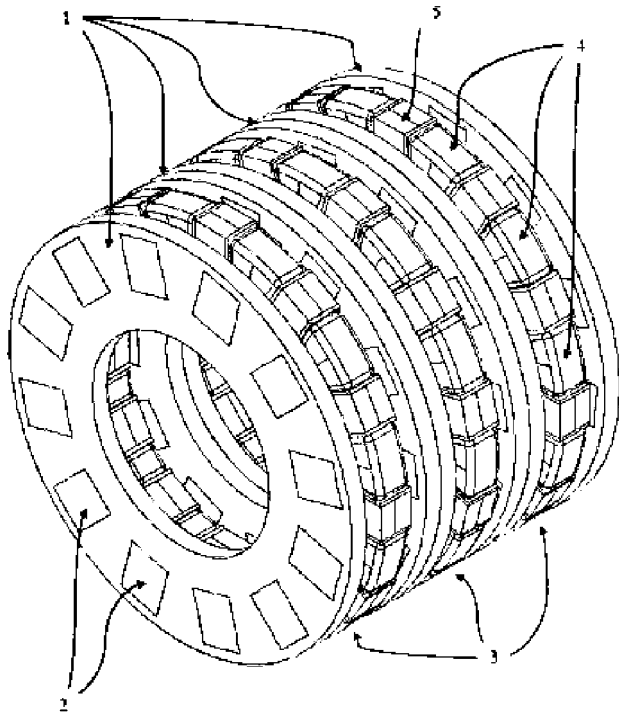
ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 15.09.2022
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 27.03.2024
(Věstník č. 13/2024)

(71) Přihlašovatel:
LIVING CZ spol. s r.o., České Budějovice, České
Budějovice 3, CZ
(72) Původce:
Jan Manoch, Úsilné, CZ
(74) Zástupce:
artpatent, advokátní kancelář s.r.o., Dukelských
hrdinů 976/12, 170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Deskový bezkartáčový stejnosměrný
elektromotor**

(57) Anotace:
Deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor sloužící k přeměně elektrické energie na mechanickou energii je tvořen axiální sestavou z prstencových segmentů plnících roli rotoru (1) a statoru (3), které mají společnou osu rotace procházející hřídelem. Permanentní magnety (2) rotoru (1) a cívky (4) statoru (3) jsou axiálně uspořádané pro navození magnetické interakce v oblasti mezi sousedícími prstencovými segmenty. Stator (3) má mezi cívkami (4) doplňkové permanentní magnety (5) pro vytvoření dočasného Halbachova pole z jejich permanentních magnetických polí a z indukovaných magnetických polí cívek (4) pro zvýšení efektivity přeměny elektrické energie na mechanickou energii.



Deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor

Oblast techniky

5

Vynález se týká konstrukce deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru s děleným státorem.

10 Dosavadní stav techniky

15 Bezkartáčový stejnosměrný elektromotor je veřejnosti znám pod více názvy, mezi které patří např. název elektricky komutovaný elektromotor, případně frekventovaně používaný název „BLDC elektromotor“ zahrnující anglickou zkratku, která vychází z anglických slov „brushless direct current electro motor“.

20 V rámci základní konstrukce je BLDC motor sestaven z rotoru, který je osazen permanentními magnety, a ze statoru, na kterém se nachází drážky nesoucí cívky ze statorového vinutí. Stator je tedy možné chápat jako prstenec, na němž se nachází elektrické cívky, přičemž jádrem cívky je tzv. zub statoru. Čela zubů statoru jsou orientovány vůči permanentním magnetům rotoru pro navození magnetické interakce způsobující silový účinek. To je dáno tím, že z čel zubů statoru vystupují elektricky indukovaná magnetická pole, která interagují s magnetickými poli permanentních magnetů. Rotor je spřažen s hřídelem pro přenos mechanického silového účinku elektricky indukované magnetické interakce.

25

Nejrozšířenější konstrukční variantou je radiální uspořádání zubů statoru a permanentních magnetů rotoru, přičemž je možné, aby se rotor roztáčel okolo statoru, či aby byl rotor roztáčen uvnitř statoru.

30 Ukázkou radiálního uspořádání zubů cívek statoru a permanentních magnetů rotoru v bezkartáčovém stejnosměrném elektromotoru může být řešení známé z patentu CZ 309 276 B6, ve kterém je konstrukce BLDC elektromotoru vylepšena rozdělením statoru na několik částí, přičemž počet částí statoru odpovídá počtu fází napájecího elektrického napětí. Rozdělením statoru na několik částí je získáno více prostoru pro vinutí elektrických cívek, které indukují magnetická pole reagující s permanentními magnety rotoru pro převod elektrické energie na mechanickou energii.

40 Další známou konstrukční variantou jsou deskové BLDC elektromotory, ve kterých je axiální uspořádání zubů statoru a permanentních magnetů rotoru. Tzn., že rotor i stator jsou k sobě paralelně uspořádány na společné ose, přičemž k magnetické interakci dochází mezi jejich přivrácenými stranami.

45 Ukázkou axiálního uspořádání zubů cívek statoru a permanentních magnetů rotoru v bezkartáčovém stejnosměrném elektromotoru může být řešení známé z dokumentu KR 2007 0 094 381 (A), ve kterém je prstencový stator obklopen z obou stran dvěma prstencovými rotory.

50 Nevýhoda výše uvedeného řešení se nachází v tom, že má jediný stator pro všechny fáze napájecího elektrického napětí, což znamená, že je v elektromotoru méně prostoru pro statorová vinutí jednotlivých fází napájecího elektrického napětí, a tím má vynalezený elektromotor nižší provozní efektivitu.

55 Úkolem vynálezu je vytvoření deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru, který by měl dělený stator, jehož počet částí by odpovídal počtu fází napájecího elektrického napětí, který by dále měl dělený rotor, jehož části by obklopovaly všechny strany děleného statoru pro axiální

magnetickou interakci, který by vykazoval vysokou provozní efektivitu, který by umožňoval použití menších permanentních magnetů, a ve kterém by byl minimalizován nežádoucí magnetický zámkový efekt mezi magneticky aktivními částmi deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru.

5

Podstata vynálezu

Vytčený úkol je vyřešen pomocí deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru vytvořeného podle níže uvedeného vynálezu.

10

Deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor pro přeměnu elektrické energie na mechanickou energii zahrnuje rotor, který je axiálně osazen permanentními magnety. Rotor je roztáčen elektricky indukovanou magnetickou interakcí pro generování mechanické energie, která působí v axiálním směru vztaženo k ose otáčení rotoru. Další součástí deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru je hřídel spřažený s rotorem pro přenos mechanické energie mimo stroj. Hřídel leží v ose otáčení rotoru.

15

Další nezbytnou součástí deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru je stator, který má axiálně uspořádané cívky ze statorového vinutí pro působení indukované magnetické interakce v axiálním směru vztaženo k ose otáčení rotoru.

20

Mezi další nezbytné známé součásti deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru patří alespoň jeden střídač pro řízení elektrického napájení cívek, a dále alespoň jeden senzor pro monitorování natočení rotoru vůči statoru, jehož výsledky monitorování slouží ke správné funkci střídače pro řízení elektrického napájení cívek, jenž synchronizovaným spínáním a vypínáním elektrického napájení cívek vyvolá silový účinek působící na rotor pomocí indukované magnetické interakce.

25

V deskových bezkartáčových stejnosměrných elektromotorech jsou rotor a stator tvořeny prstencovými segmenty pro vytvoření axiální sestavy z paralelně uspořádaných prstencových segmentů podél hřídele.

30

Podstata vynálezu spočívá v tom, že v axiální sestavě se prstencové segmenty rotoru a statoru vzájemně střídají a současně prstencové segmenty rotoru tvoří začátek a konec axiální sestavy. Současně je pro vynález důležité, aby počet prstencových segmentů statoru odpovídal počtu fází napájecího elektrického napětí. Takové uspořádání je důležité pro vynález, jak bude vysvětleno dále v textu.

35

Současně podstata vynálezu spočívá v tom, že cívky statoru jsou orientovány kolmo na osu rotace hřídele a že mezi sousedícími cívkami jsou doplňkové permanentní magnety. Čela jader cívek jsou tedy orientována k sousedícím doplňkovým permanentním magnetům.

40

Dále podstata vynálezu spočívá v tom, že prstencové segmenty rotoru nacházející se uvnitř axiální sestavy mají z každé strany soubor permanentních magnetů pro magnetickou interakci s indukovaným magnetickým polem přiléhající strany prstencového segmentu statoru, přičemž permanentní magnety v souboru jedné strany mají vůči permanentním magnetům v souboru druhé strany prstencového segmentu vzájemné nenulové úhlové posunutí.

45

Výše uvedené rozvržení vynálezu umožňuje, aby cívky statoru s doplňkovými permanentními magnety v momentě generování indukovaného magnetického pole vytvořili Halbachovo pole, které na jedné své straně zintenzivní magnetické pole, zatímco na druhé straně magnetické pole utlumí.

50

To je velice výhodné, protože je na straně statoru s tlumeným magnetickým polem odbourán negativní magnetický zámkový efekt mezi permanentními magnety rotoru a doplňkovými permanentními magnety statoru, a naopak na straně se zintenzivněným magnetickým polem je posílena magnetická interakce generující mechanickou energii z elektrické energie. Vynalezený stroj má vyšší účinnost, než doposud používané deskové bezkartáčové stejnosměrné elektromotory.

Vynález tedy efektivněji přeměňuje elektrickou energii na mechanickou, současně dosahuje dostatečných výkonů za použití slabších permanentních magnetů oproti známým strojům podobné kategorie.

Mezi výhody vynálezu patří vysoká provozní efektivita, dále možnost používat menší permanentní magnety při zisku výkonu, který by odpovídal stroji s velkými permanentními magnety, dále rozdělení statoru, které umožňuje zvýšit počet vinutí statoru pro jednotlivé fáze, aniž by došlo k rapidnímu zvětšování zástavbové velikosti vynálezu. Hlavní inovace vynálezu spočívá v použití střídavého Halbachova pole v oblasti statoru.

Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 znázorňuje v axonometrickém pohledu uspořádání tří prstencových segmentů statoru vůči čtyřem prstencovým segmentům rotoru s permanentními magnety,

obr. 2 znázorňuje model z obr. 1 v pohledu z boku,

obr. 3 znázorňuje prstencový segment s výřezy pro permanentní magnety z obou stran, přičemž jsou výřezy vůči sobě úhlově posunuté,

obr. 4 znázorňuje boční pohled na jeden z prstenových segmentů statoru,

obr. 5 znázorňuje schéma zapojení deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru s třífázovým elektrickým napájením.

Příklad uskutečnění vynálezu

Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení vynálezu na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde popsána.

Na obr. 1 je znázorněn schematický model vynalezeného deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru. Uvedený model vykazuje tři prstencové segmenty tvořící stator 3, protože se jedná o deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor napájený třífázovým elektrickým napětím.

Pro jiný počet fází elektrického napětí se analogicky změní počet prstencových segmentů statoru 3, avšak dále rozepsané konstrukční detaily rotoru 1, cívek 4 statoru 3 a doplňkových permanentních magnetů 5 zůstávají z pohledu realizace odborníkem stejné.

Dále jsou na obr. 1 vyobrazeny čtyři prstencové segmenty tvořící rotor 1. Prstencové segmenty společně tvoří axiální sestavu deskového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru, ve které se vzájemně střídají, přičemž rotor 1 začíná a ukončuje axiální sestavu deskového bezkartáčového

stejnoseměrného elektromotoru. Rotor 1 je osazen permanentními magnety 2, které jsou na prstencových segmentech rotoru 1 uloženy axiálně – z boku.

5 Prstencové segmenty rotoru 1 ležící uvnitř axiální sestavy mají dva soubory permanentních magnetů 2, z každé své strany jeden, přičemž permanentní magnety 2 mají vzájemné úhlové posunutí. To je lépe patrné na obr. 3, na kterém jsou pro názornost vyobrazeny pouze výřezy pro uložení permanentních magnetů 2 a je zřejmé, že výřezy nejsou ve vzájemném zákrytu. V axiální sestavě krajní prstencové segmenty rotoru 1 mají pouze jednu sadu permanentních magnetů 2, která se nachází na straně přivrácené směrem ke statoru 3.

10 Permanentní magnety 2 jsou vsazeny v rotoru 1 se střídavou orientací magnetických pólů (sever a jih), aby mohlo docházet k synchronizované řízené magnetické interakci mezi indukovaným magnetickým polem a jejich permanentním magnetickým polem pro roztáčení rotoru 1. Vzájemné úhlové posunutí slouží k tomu, aby magnetická interakce z více prstencových segmentů díky
15 synchronizovanému aktivování magnetické indukce střídajícími se fázemi elektrického napětí postupně cyklicky přispívala k silovému účinku roztáčejícímu rotor 1.

Na obr. 1 je dále vyobrazeno střídavé uspořádání cívek 4 a doplňkových permanentních magnetů 5, přičemž na obr. 4 je znázorněn boční pohled na jeden z prstencových segmentů statoru 3. Cívky
20 4 jsou orientovány kolmo vůči ose otáčení rotoru 1, přičemž jejich čela jader směřují směrem k sousedícím doplňkovým permanentním magnetům 5. Cívky 4 jsou tvořeny statorovým vinutím z měděného vodiče a jsou elektricky připojeny k nevyobrazenému střídači pro řízení elektrického napájení cívek 4. Permanentní magnety 2 a 5 jsou neodýmové magnety (NdFeB).

25 Sestava doplňkových permanentních magnetů 5 a jader cívek 4 v průběhu magnetické indukce vyvolané elektrickým napětím danou fází elektrického napětí způsobí vznik Halbachova pole, které se projevuje tak, že na jedné straně sestavy se magnetické pole utlumí, zatímco na protilehlé straně sestavy se magnetické pole zintenzivní. Toho se aktivně využívá ve vynálezu pro snížení efektivity chodu stroje a pro snížení negativního zámkového efektu na straně s útlumem, přičemž změnou
30 polarit elektrického napájení se strany zintenzivnění a útlumu magnetického pole střídají. Změna polarit elektrického napájení prohodí dle fyzikálního pravidla pravé ruky póly indukovaného magnetického pole.

Ve vynálezu má skladba Halbachova pole následující charakteristiku: jádra cívek 4 suplují
35 permanentní magnety, tzn. cívky přispívají indukovanými póly (čely jader) nasměrovanými ve směru obvodu prstencového segmentu, zatímco doplňkové permanentní magnety 5 mají póly nasměrované axiálním směrem z prstencového segmentu, přičemž se u doplňkových permanentních magnetů 5 je dodrženo střídavé nasměrování magnetických pólů. Jakmile dojde k indukci magnetického pole na cívkách 4, dle orientace magnetických pólů dojde ke vzniku
40 Halbachova pole. Není vyloučeno, že odborník zakomponuje Halbachovo pole s jinou charakteristikou skladby magnetických pólů.

Na obr. 5 je znázorněno schéma zapojení třífázového bezkartáčového stejnosměrného elektromotoru, včetně popisu magnetických pólů doplňkových magnetů 5 pro jednotlivé fáze
45 elektrického napětí. Ze schéma je patrné, že se mění polarita napájecího elektrického napětí, což mění orientaci magnetických pólů indukovaného magnetického pole.

Na obr. 2 jsou fáze pro snazší představu přiřazeny k jednotlivým stranám prstencových segmentů statoru 3 a k nim přilehajícím permanentním magnetům 2 prstencových segmentů rotoru 1.
50 V podstatě fáze 1 a fáze 1a se nacházejí u levého prstencového segmentu statoru 3, fáze 2 a fáze 2a se nacházejí u prostředního prstencového segmentu statoru 3, a fáze 3 a fáze 3a se nacházejí u pravého prstencového segmentu statoru 3.

Prstencové segmenty rotoru 1 jsou nasazeny na nevyobrazený hřídel, který leží v ose otáčení rotoru
55 1.

Pozice rotoru 1 vůči statoru 3, resp. jednotlivých otočných prstencových segmentů vůči statickým prstencovým segmentům v axiální sestavě je monitorována pomocí nevyobrazených senzorů, jejichž výsledky měření jsou vyhodnocovány ve střídací pro řízení elektrického napájení cívek 4.

5

Průmyslová využitelnost

Deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor podle vynálezu nalezne uplatnění v průmyslu a především v oblasti dopravy.

10

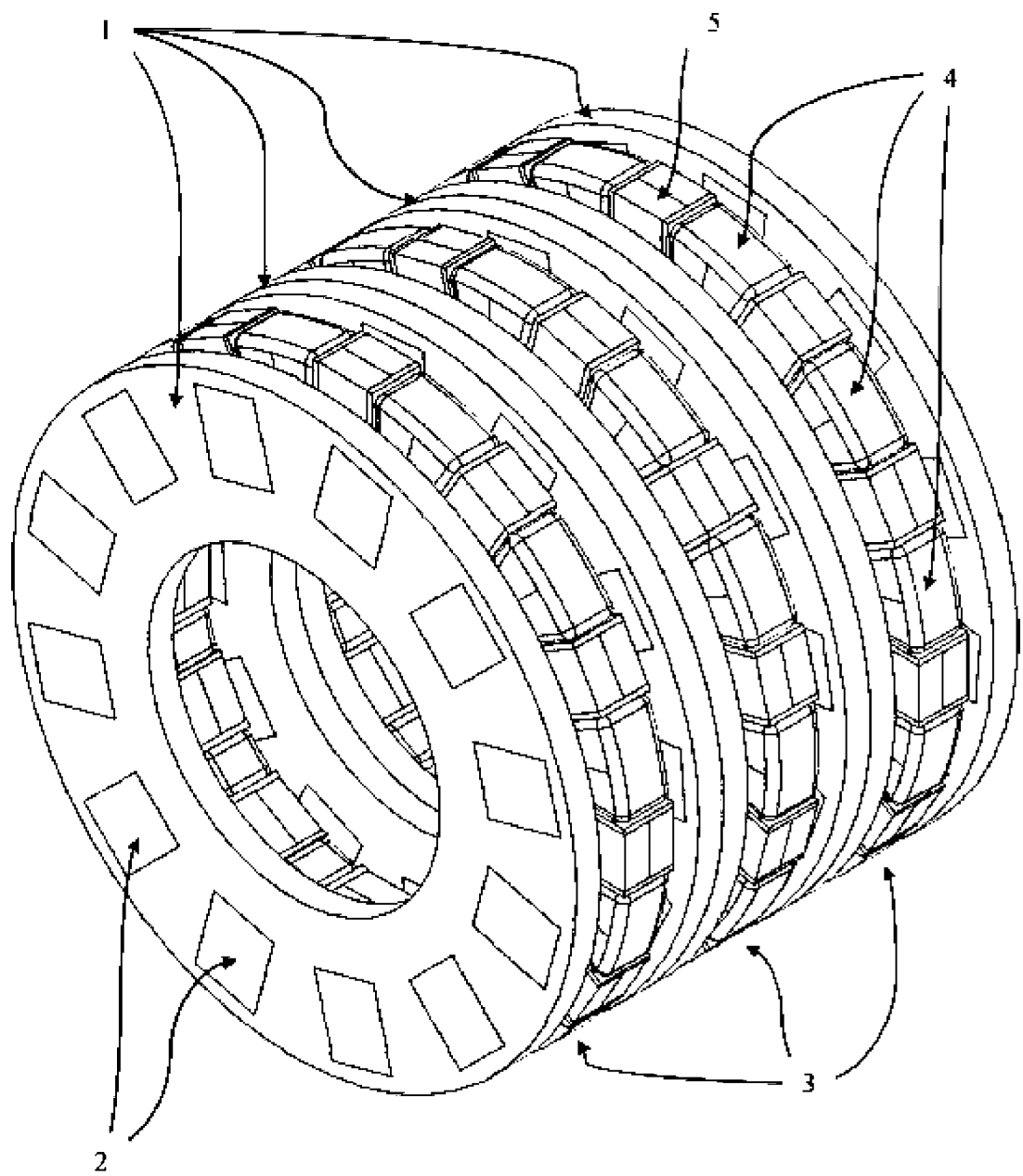
PATENTOVÉ NÁROKY

1. Deskový bezkartáčový stejnosměrný elektromotor pro přeměnu elektrické energie na mechanickou energii sestávající z rotoru (1) axiálně osazeného permanentními magnety (2), dále z hřídele spřaženého s rotorem (1) pro přenos mechanické energie, dále ze statoru (3) majícího axiálně uspořádané cívky (4) ze statorového vinutí, a dále sestávající z alespoň jednoho střídače pro řízení elektrického napájení cívek (4), a dále sestávající z alespoň jednoho senzoru pro monitorování natočení rotoru (1) vůči statoru (3), přičemž rotor (1) a stator (3) jsou tvořeny prstencovými segmenty pro vytvoření axiální sestavy z paralelně uspořádaných prstencových segmentů podél hřídele, **vyznačující se tím**, že se v axiální sestavě prstencové segmenty rotoru (1) a statoru (3) vzájemně střídají, přičemž prstencové segmenty rotoru (1) tvoří začátek a konec axiální sestavy, a současně počet prstencových segmentů statoru (3) odpovídá počtu fází napájecího elektrického napětí, a dále že cívky (4) statoru (3) jsou orientovány kolmo na osu rotace hřídele a že mezi sousedícími cívkami (4) statoru (3) jsou vloženy doplňkové permanentní magnety (5), přičemž cívky (4) mají čela jader přivráceny směrem k sousedícím doplňkovým permanentním magnetům (5), a dále že prstencové segmenty rotoru (1) nacházející se uvnitř axiální sestavy mají z každé své strany vlastní pole permanentních magnetů (2) pro magnetickou interakci, přičemž soubor permanentních magnetů (2) jedné strany prstencového segmentu rotoru (1) má vůči druhému souboru permanentních magnetů (2) na druhé straně prstencového segmentu rotoru (1) nenulové úhlové posunutí.

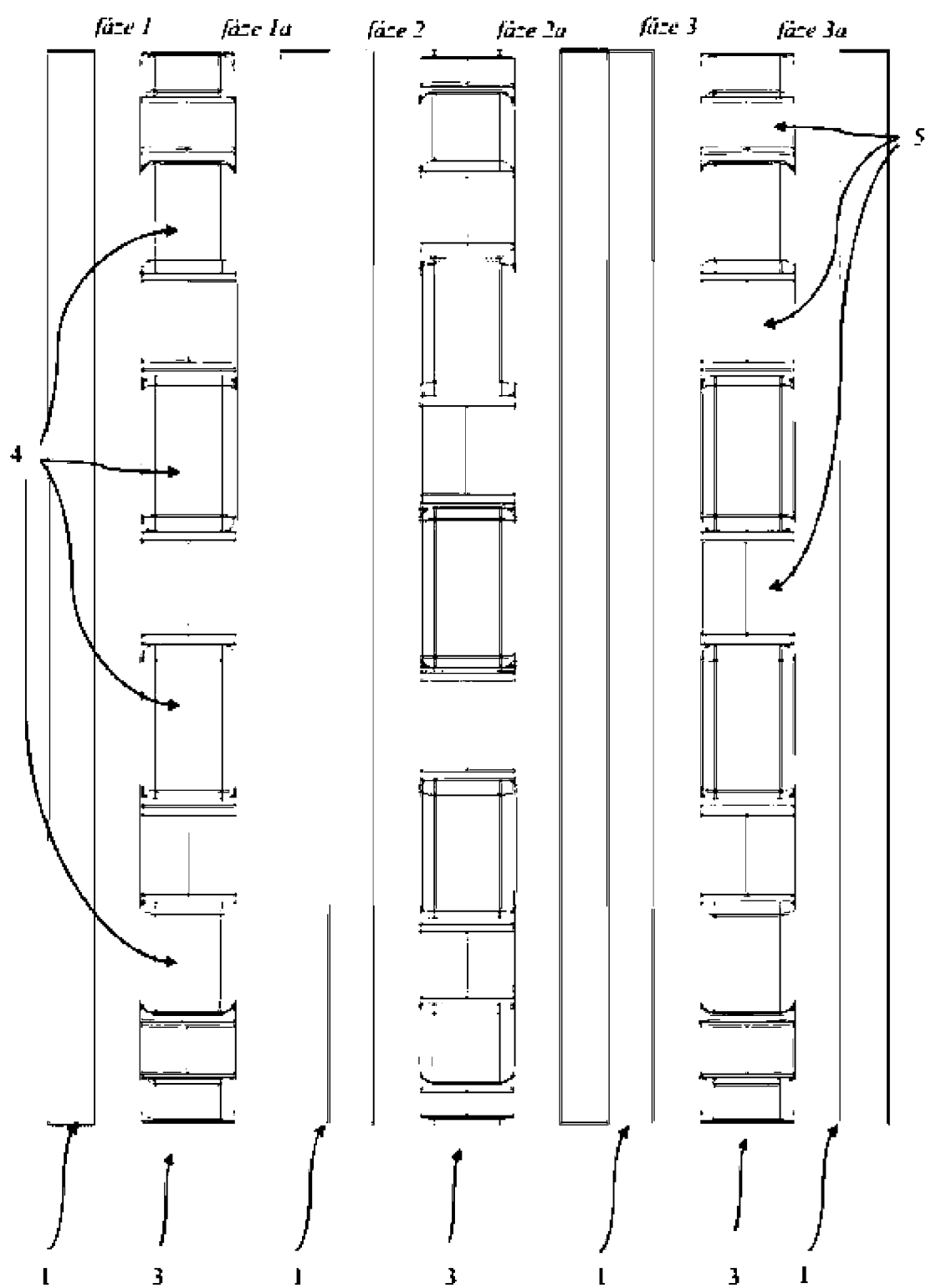
5 výkresů

Seznam vztahových značek:

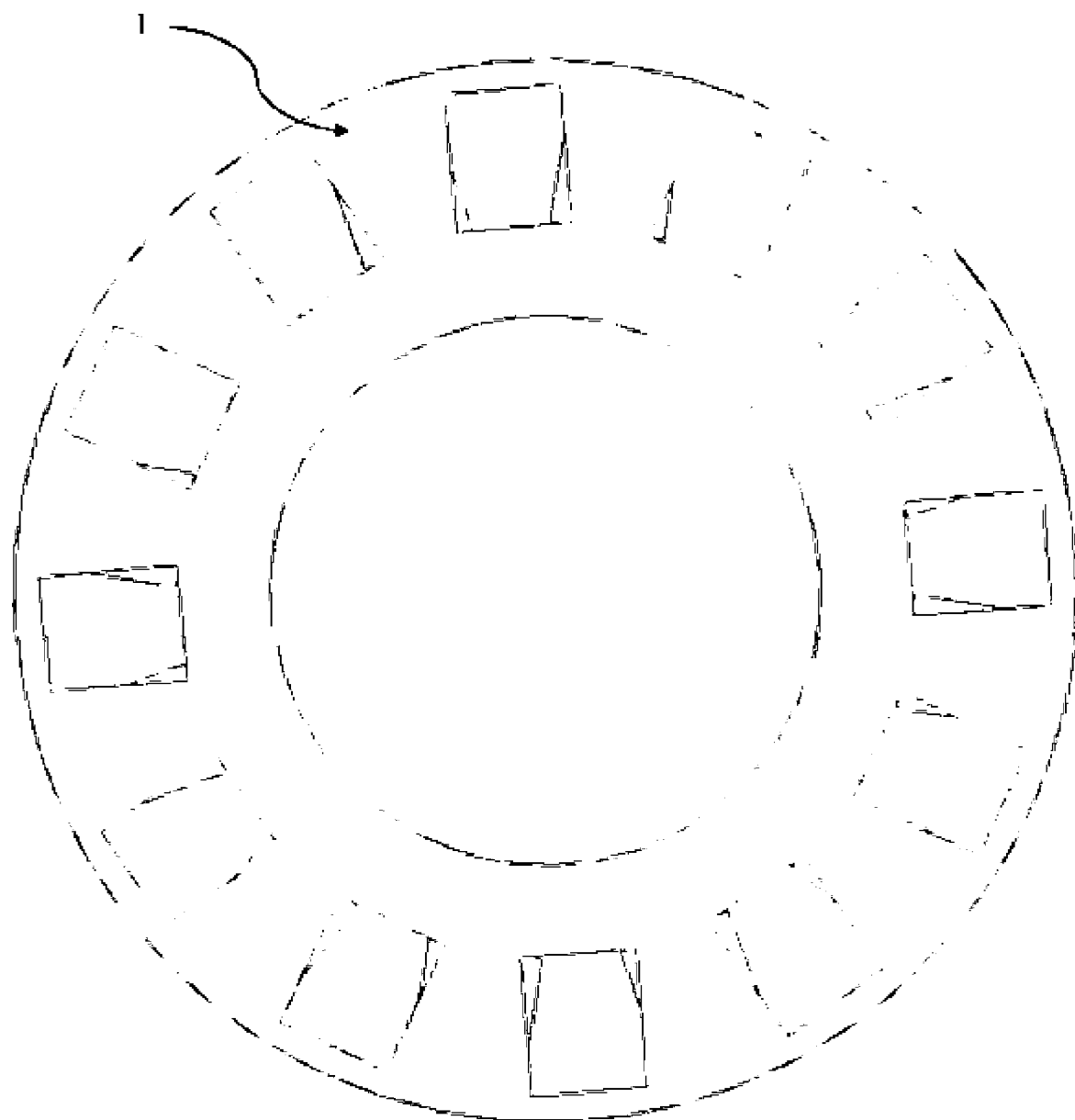
- 1 rotor
- 2 permanentní magnet
- 3 stator
- 4 cívka
- 5 doplňkový permanentní magnet



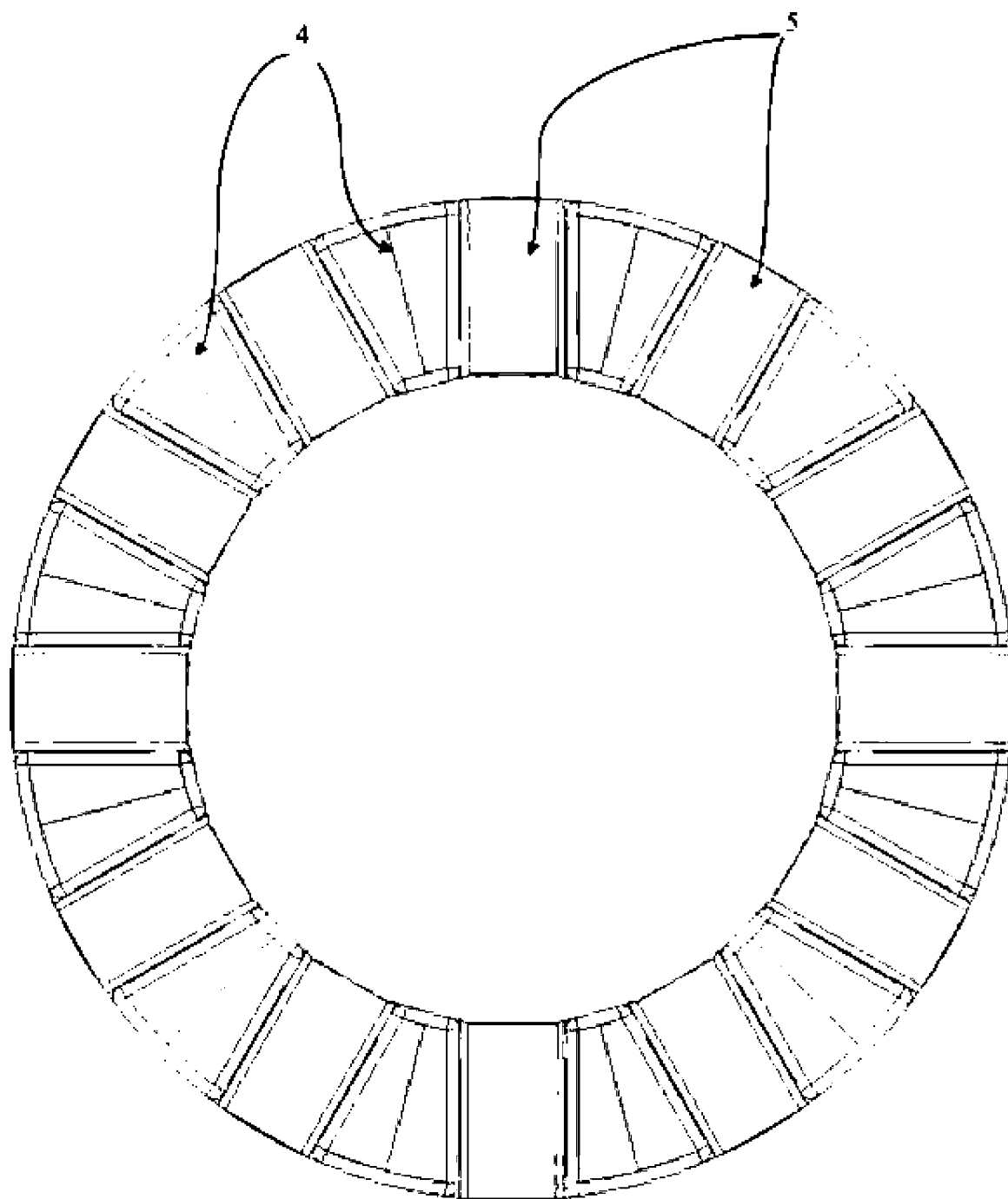
Obr. 1



Obr. 2

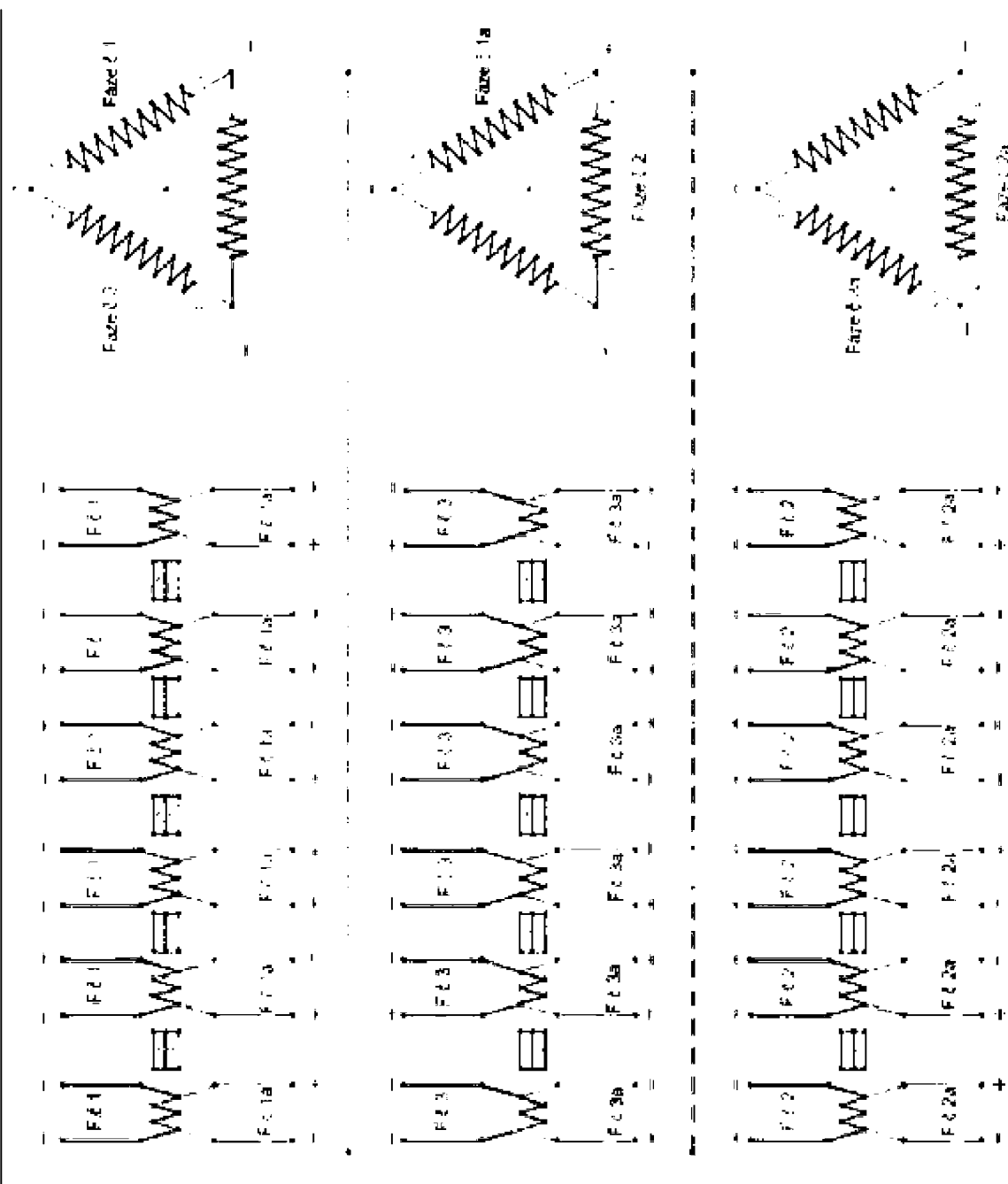


Obr. 3



Obr. 4

202



Obr. 5