

(19)



(10) **LT 5336 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5336**

(51) Int. Cl. (2006): **H02K 29/00**  
**H02P 7/06**

(21) Paraiškos numeris: **2004 043**

(22) Paraiškos padavimo data: **2004 05 03**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2005 11 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2006 04 25**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

**Saulius Jonas BUGENIS, LT**  
**Jonas VANAGAS, LT**

(73) Patent savininkas:

**Akcinė bendrovė „Vilniaus Vingis“, Savanorių pr. 176, LT-03154 Vilnius, LT**  
**Uždaroji akcinė bendrovė Vilniaus elektrotechnikos centras, Švitrigailos g. 11 E,**  
**LT-03228 Vilnius, LT**

(74) Patentinis patikėtinis:

**Leonas Antanas KUČINSKAS, Dr. Leono A. Kučinsko patentinių paslaugų firma,**  
**Kaštonų g. 5-7, LT-01107 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Ventilinė elektros pavana**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai, būtent ventilinėms elektros pavarams, maitinamoms iš nuolatinės įtampos šaltinio. Ventilinė elektros pavana, kurią sudaro variklis, turintis statorių su uždara paskirstyta apvija, rotorių bei komutatorių, sukonstruotą iš valdomų raktinių elementų, sujungtų pagal daugi fazę tiltelinę schemą su įėjimo įvadais, skirtais prijungti prie nuolatinės maitinimo įtampos, bei raktinių elementų išėjimo įvadais prijungtais prie apvijos sekcijų taip, kad sukurtų sukamąjį magnetinį lauką, nauja yra tai, kad komutatorius sukonstruotas taip, kad jo raktinių elementų išėjimo įvadai yra prijungti prie apvijos gretimų sekcijų sujungimų taškų taip, kad komutatoriaus vieni raktiniai elementai prie nuolatinės įtampos vieno poliaus jungtų paeiliui apvijos gretimų sekcijų vienus sujungimo taškus, o nuo jų nutolusius per 180 elektrinių laipsnių kitus apvijos gretimų sekcijų sujungimo taškus komutatoriaus kiti raktiniai elementai atitinkamai jungtų prie nuolatinės įtampos kito poliaus.

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai, būtent ventilinėms elektros pavaroms, maitinamoms iš nuolatinės įtampos šaltinio ir gali būti panaudotas ten, kur reikalingas pavarų patikimumas ir geros reguliavimo charakteristikos.

Žinoma ventilinė elektros pavara, kurią sudaro tranzistorinis komutatorius ir sinchroninis elektros variklis, turintis statorių ir rotorių (Г.Штеллинг, А.Байссе. Электрические микромашины: Пер. с нем.:—М.: Энергоатомиздат, Müller R. Gleichstrommotoren mit elektronischem Kommutator— Prinzipien und Anwendung zweipulsiger kollektorloser Gleichstrommotoren. VDI- Berichte 482, 1983. S. 3 -10).

Šios pavaros trūkumas yra mažas jos naudingumo koeficientas ir santykinai didelis svoris bei gabaritai dėl statoriaus kuriamo sukamojo magnetinio lauko netolygaus sukimosi greičio ir laike kintančios jo amplitudės, sąlygojami mažo komutatoriaus persijungimų skaičiaus per laiką, per kurį magnetinis laukas pasisuka per polių porą. Dėl šių priežasčių tokių variklių galia paprastai būna nuo keleto iki keliolikos vatų. Kadangi rotorius turi nuolatinius magnetus, būtini rotoriaus padėties davikliai ir papildomi ryšiai valdymo scheme, todėl variklio konstrukcija žymiai sudėtingesnė, negu tuo atveju, kai rotorius yra su trumpai jungta apvija, t.y. asinchroninio variklio atveju.

Sprendimas, artimiausias savo technine esme siūlomam, yra ventilinė elektros pavara, kurią sudaro asinchroninis variklis, turintis rotorių ir dantytą statorių su uždara paskirstyta daugiafaze apvija, sudėta į griovelius tarp statoriaus dantų, o jos fazės sujungtos daugiakampiu, ir komutatorius, sukonstruotas iš valdomų raktinių elementų, sujungtų pagal daugiafazę tiltelinę schemą, turinčią įėjimo įvadus, skirtus prijungti prie nuolatinės maitinimo įtampos, bei raktinių elementų išėjimo įvadus, sujungtus su apvijos fazių įvadais taip, kad sukurtų sukamąjį magnetinį lauką. Be to, statoriuje yra dvi papildomos statmenos apvijos, šuntuotos kondensatoriais ir erdvėje perstumtos 90 elektrinių laipsnių. Jų rezonansinis dažnis lygus vardiniam komutatoriaus taktiniam dažniui, padalintam iš fazių skaičiaus (TSRS autorinis liudijimas SU 1775808).

Žinomos pavaros trūkumai yra santykinai didelis jos svoris bei gabaritai, sąlygojami pavaros komutatoriaus raktinių elementų išėjimų sujungimo su statoriaus apvijos fazėmis schemos.

kurioje neišvengiamas dalies apvijų užtrumpinimas ir dėl to statoriaus apvijos darbo metu pilnai neišnaudojamos. Magnetinio lauko sukimosi tolygumą pasiekti galima didinant fazių skaičių. Tačiau, kuo didesnis apvijos fazių skaičius, tuo didesnė apvijos dalis trumpinama. Todėl fazių skaičiaus didinimu pasiekti sukamojo magnetinio lauko tolygumo neįmanoma. To pasiekama įrengiant statoriuje papildomas rezonansines apvijas, kurios dar sumažina statoriaus apvijos efektyvumą. Be to, šis sprendimas tinka tik tam tikram sukimosi dažniui, todėl jį naudojant neįmanomas pavaros greičio reguliavimas.

Išradimu siekiama padidinti pavaros efektyvumą, sumažinti pavaros svorį ir gabaritus tuo pačiu užtikrinant tolygų magnetinio lauko sukimosi procesą bei praplėsti funkcinės galimybes, įgalinant reguliuoti pavaros sukimosi greitį.

Uždavinio sprendimo esmė yra ta, kad ventilinėje elektros pvaroje, kurią sudaro variklis, turintis statorių su uždara paskirstyta apvija, rotorį bei komutatorių, sukonstruotą iš valdomų raktinių elementų, sujungtų pagal daugiafazę tiltelinę schemą su įėjimo įvadais, skirtais prijungti prie nuolatinės maitinimo įtampos, bei raktinių elementų išėjimo įvadais, prijungtais prie apvijos sekcijų taip, kad sukurtų sukamąjį magnetinį lauką, nauja yra tai, kad komutatoriaus raktinių elementų išėjimo įvadais yra prijungti prie apvijos gretimų sekcijų sujungimų taškų taip, kad minėto komutatoriaus vieni raktiniai elementai prie nuolatinės įtampos vieno poliaus jungtų paeiliui apvijos gretimų sekcijų vienus sujungimo taškus, o nuo jų nutolusius per 180 elektrinių laipsnių kitus apvijos gretimų sekcijų sujungimo taškus kiti raktiniai elementai atitinkamai jungtų prie nuolatinės įtampos kito poliaus.

Siūlomoje pvaroje variklio statoriaus apvijos sekcijų ir komutatoriaus jungimo ir valdymo schema užtikrina, kad kiekvienu laiko momentu visa apvija, padalinta į dvi vienodas lygiagrečias šakas, yra jungiama prie įtampos šaltinio, t.y. nesusidaro užtrumpinamų apvijos dalių, kurios neišvengiamos žinomose ventilinėse pvarose. Tai įgalina perjungiant santykinai nedidelę apvijos dalį kiekvienos komutacijos metu, esant dideliame komutuojamų atšakų skaičiui, pasiekti tolygesnį apvijos kuriamą sukamąjį magnetinį lauką, o tuo pačiu sumažinti svorį ir gabaritus. Kuo didesnis sekcijų skaičius, tuo tolygesnis statoriaus sukurtas sukamasis magnetinis laukas.

Pavaros komutatorius sukonstruotas taip, kad jo raktiniai elementai apvijos gretimų sekcijų sujungimo taškus, tarpusavyje nutolusius per 180 elektrinių laipsnių, prie skirtingų nuolatinės

įtampos polių jungtų vienu metu (synchroniškai). Tuomet apvija visą laiką būna padalinta į dvi visiškai vienodas lygiagrečias šakas ir apvijoje neatsiranda išlyginamųjų srovių.

Pavaros komutatorius sukonstruotas taip, kad jo komutatoriaus raktiniai elementai sekcijų sujungimo taškus, tarpusavyje nutolusius per 180 elektrinių laipsnių, prie skirtingu nuolatinės įtampos polių jungtų pakaitomis (paeiliui), padalindami apviją į dvi praktiškai vienodas lygiagrečias šakas be kurios nors dalies apvijos užtrumpinimo, užtikrinant efektyvų visų apvijos laidininkų išnaudojimą besisukančiam magnetiniam laukui kurti.

Pavaros komutatorius sukonstruotas taip, kad komutatoriaus raktiniai elementai sekcijų sujungimo taškus prie skirtingų nuolatinės įtampos polių vienu metu jungtų po keletą gretimų apvijos sekcijų sujungimo taškų. Nedidelė apvijos dalis tuomet būtų trumpinama, tačiau magnetinės indukcijos oro tarpe forma būtų artimesnė sinusinei.

Detaliau išradimas paaiškinamas brėžiniu, kuriame pavaizduota pavaros principinė elektrinė schema.

Ventilinė elektros pavana turi variklį (1), kurio statoriuje (2) yra uždara paskirstyta apvija (3), kurią sudaro tarpusavyje sujungtos sekcijos, turinčios vienodą vijų skaičių, ir rotorius (4). Pavaros apvija (3) yra analogiška kolektorinių mašinų inkaro apvijai, o rotorius (4) gali būti narvelinis (asinchroninio variklio atveju) arba ryškiapolis (synchroninio variklio atveju). Pavara turi komutatorių (5), kurio raktinių elementų išėjimai ( $6_{1-15}$ ) prijungti prie apvijos (3) gretimų sekcijų atitinkamų sujungimų taškų ( $7_{1-15}$ ) taip, kad komutatoriaus vieni raktiniai elementai, pavyzdžiui, per jų išėjimus ( $6_{1-3}$ ) prie nuolatinės įtampos vieno poliaus jungtų paeiliui apvijos (3) gretimų sekcijų vienus sujungimo taškus ( $7_{1-3}$ ), o nuo jų nutolusius per 180 elektrinių laipsnių kitus apvijos gretimų sekcijų sujungimo taškus, pavyzdžiui ( $7_{13-15}$ ), kiti raktiniai elementai per jų išėjimus ( $6_{13-15}$ ) atitinkamai jungtų prie nuolatinės įtampos kito poliaus. Pavaros komutatorius (5) sukonstruotas iš valdomų raktinių elementų, pavyzdžiui, tranzistorių (8 - 19), kurie sujungti pagal daugiafazę tiltelinę schemą ir turi įėjimo įvadus, skirtus prijungti prie nuolatinės įtampos. Aprašytas raktinių elementų išėjimų sujungimas su apvijos fazinių sekcijų sujungimo taškais yra analogiškas jungimui kolektorinėse mašinose, kur kolektorinio inkaro apvijoje sekcijų sujungimo taškai jungiami prie kolektoriaus plokštelių, o komutatoriaus gnybtai jungiami prie nuolatinės įtampos. Kuo didesnis sekcijų skaičius, tuo tolygiau sukasi statoriaus kuriamas magnetinis laukas.

Ventilinės pavaros veikimo principas. Tranzistoriniame komutatoriuje (5) vienu laiko momentu, tarkime, vieno iš pustilčių (12-13) išėjimas  $6_1$  per tranzistorinį raktą 12 prijungia vieną apvijos dviejų gretimų sekcijų sujungimo tašką  $7_1$  prie teigiamos įtampos gnybto; kito pustilčio (18-19) išėjimas  $6_{13}$  per raktą 18 prijungia kitą apvijos dviejų gretimų sekcijų sujungimo tašką  $7_{13}$ , esantį 180 elektrinių laipsnių atstumu nuo pirmojo, prie neigiamo nuolatinės įtampos gnybto. Kitu laiko momentu, atsijungiant minėto pustilčio (12-13) raktui 12, gretimų pustilčio (10-11) išėjimas  $6_2$  per raktą 10 prijungia gretimą dviejų gretimų sekcijų sujungimo tašką  $7_2$  (arba atitinkamai p taškų) prijungia prie teigiamos įtampos, o atsijungiant pustilčio (18-19) raktui 18 atitinkamai ta pačia kryptimi gretimų pustilčio (16-17), išėjimas  $6_{14}$  per raktą 16 prijungia atitinkamą gretimą sekcijų sujungimo tašką  $7_{14}$  prie neigiamo nuolatinės įtampos gnybto analogiškai kaip kolektoriniame nuolatinės srovės variklyje šepečiai jungia paeiliui vis kitus inkaro apvijos taškus prie nuolatinės įtampos. Kiekvienu laiko momentu visa apvija prijungiama prie nuolatinės įtampos gnybtų; visą laiką visa apvija teka srovė, nepriklausomai nuo sekcijų ir atitinkamai pustilčių skaičiaus, kuris gali būti pakankamai didelis, kad kiekvienu laiko momentu būtų komutuojuama tik nedidelė apvijos dalis, kas užtikrina statoriaus kuriamo magnetinio lauko amplitudės pastovumą ir sukimosi sklandumą ir santykinai nedidelį variklio svorį dėl efektyvaus apvijos išnaudojimo.

Siekiant gauti magnetinės indukcijos pasiskirstymo variklio oro tarpe dėsni, artimesnį sinusiniam, komutatoriaus raktai gali paeiliui prie teigiamo ir neigiamo gnybtų jungti ne po vieną, o po keletą gretimų sekcijų sujungimų taškų kiekvienoje polių poroje, analogiškai kaip šepečiai, kurių plotis žymiai didesnis už kolektoriaus plokštelės plotį, jungia paeiliui vis kitų inkaro apvijos taškų grupes prie nuolatinės įtampos kolektoriniame nuolatinės srovės variklyje.

1. Ventilinė elektros pavara, kurią sudaro elektros variklis (1), turintis statorių (2) su uždara paskirstyta apvija (3), rotorį (4) ir komutatorių (5), sukonstruotą iš valdomų raktinių elementų, sujungtų pagal daugiafazę tiltinę schemą su įėjimo įvadais, skirtais prijungti prie nuolatinės srovės šaltinio bei išėjimo įvadais, sujungtais su apvijos (3) sekcijomis taip, kad būtų sukurtas besisukantis magnetinis laukas b e s i s k i r i a n t i tuo, kad komutatorius (5) sukonstruotas taip, kad jis galėtų užtikrinti tolygų rotacinį poros iš dviejų sujungtų apvijos sekcijų, esančių priešinguose poliuose perjungimą ant kitos šalia esančios tokios pačios poros ir tuo tikslu jo raktinių elementų išėjimo įvadai (6<sub>1-n</sub>) prijungti prie greta esančių apvijos (3) įvadų (7<sub>1-n</sub>) taip, kad magnetinio lauko sukimo tikslu komutatoriaus (5) raktiniai elementai paeiliui prijungtų prie nuolatinės srovės šaltinio polių vis naujas sujungtas apvijos (3) sekcijų esančių ant priešingu polių 180 laipsnių poras – junginius 7<sub>1</sub> – 7<sub>13</sub>, 7<sub>2</sub> – 7<sub>14</sub> ir taip toliau, užtikrinant magnetinio lauko sukimąsi, kurį sukuria visos išskirstytos apvijos sekcijos, kadangi bet kurio laiko tarpu srovė prateka per visas apvijos sekcijas.
2. Ventilinė nuolatinės srovės elektros pavara pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad komutatorius (5) sukonstruotas taip, kad jo raktiniai elementai gretimų sekcijų sujungimo taškus, pastumtus vienas kito atžvilgiu 180 laipsniu, prijungia prie nuolatinės srovės šaltinio priešingų polių vienu metu (sinchroniškai).
3. Ventilinė nuolatinės srovės elektros pavara pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad komutatorius (5) sukonstruotas taip, kad jo raktiniai elementai gretimų sekcijų sujungimo taškus pastumtus vienas kito atžvilgiu 180 laipsniu, prijungia prie nuolatinės srovės šaltinio priešingų polių pakaitomis (paeiliui).
4. Ventilinė nuolatinės srovės elektros pavara pagal punktą 1, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad komutatorius sukonstruotas taip, kad jo raktiniai elementai prie priešingų nuolatinės srovės šaltinio polių vienu metu prijungia po keletą 180 laipsniu pastumtų vienas kito atžvilgiu gretimų taškų, kuriuose sujungtos gretimos apvijos (3) sekcijos.

