



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

258809

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 21 08 85

(21) PV 6028-85

(40) Zveřejněno 15 01 88

(45) Vydáno 14 04 89

(51) Int. Cl.⁴

H 02 K 3/14

H 02 K 3/18

(75)

Autor vynálezu

KRUMPOLC EDUARD ing. CSc., STOLÁŘÍK MILAN ing., BRNO

(54) **Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor**

Řešení se týká bezkontaktního elektromagnetického rotačního tachogenerátoru, jehož magnetický obvod je tvořen statorem, opatřeným drážkami s m-fázovým vinutím, připojeným na vstup elektronického komutátoru, a rotorem, majícím po obvodě póly prostřídané polarity, buzené permanentními magnety. Účelem vynálezu je dosažení konstantního časového průběhu napětí na výstupu elektronického komutátoru při konstantní otáčivé rychlosti rotoru tachogenerátoru. Uvedeného účelu se dosáhne tím, že m-fázové vinutí statoru se vytvoří jako symetrické dvouvrstvé vinutí s jednou paralelní větví v každé fázi a se stejnými cívkami, jejichž jedny strany tvoří dolní vrstvu a druhé strany horní vrstvu vinutí, přičemž krok vinutí je roven drážkové rozteči a jeho poměrná velikost vzhledem k pólové rozteči je různá od jedné a je dána poměrem počtu pólů k celkovému počtu cívek vinutí všech fází.

Vynález se týká bezkontaktního elektromagnetického rotačního tachogenerátoru, jehož magnetický obvod je tvořen statorem, opatřeným u jeho vrtání podélnými drážkami s m-fázovým vinutím, zapojeným do hvězdy, připojeným na vstup elektronického komutátoru, a rotorem, uspořádaným ve vrtání statoru, majícím pravidelně po obvodě rozmístěné póly prostřídané polarity, buzené permanentními magnety, přičemž radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů od osy rotace rotoru je konstantní a šířka pólu na vnějším obvodě rotoru splňuje podmínku

$$b_p \geq \frac{r_p}{m} + b_o + 2\delta + |r_p - y|,$$

kde značí

- b_p - šířku pólu na vnějším obvodě rotoru,
- r_p - pólovou rozteč vztahenou na vrtání statoru,
- m - počet fází vinutí statoru,
- b_o - šířku otevření drážky statoru,
- δ - radiální vzduchovou mezeru mezi statorem a rotorem,
- y - krok vinutí statoru vztahený na vrtání statoru.

Pro přesnou regulaci otáček v širokém rozsahu u moderních bezkartáčových elektrických pohonů je nutno použít bezkontaktní elektromagnetický tachogenerátor spojený s elektronickým komutátorem, na jehož výstupu se získá stejnosměrné napětí, přímo úměrné otáčivé rychlosti tachogenerátoru, spojeného mechanicky s regulovaným elektrickým pohonem. Tyto tachogenerátory mívají stator opatřen m-fázovým vinutím, připojeným na vstup elektronického komutátoru, ve vrtání statoru bývá uspořádán rotor, mající pravidelně po obvodě rozmístěné póly prostřídané polarity, buzené permanentními magnety, přičemž radiální vzdálenost obvodového povrchu pólu od osy rotace rotoru je konstantní a šířka pólu na vnějším obvodě rotoru splňuje podmínku

$$b_p \geq \frac{r_p}{m} + b_o + 2\delta + |r_p - y|,$$

kde značí

- b_p - šířku pólu na vnějším obvodě rotoru,
- r_p - pólovou rozteč vztahenou na vrtání statoru,
- m - počet fází vinutí statoru,
- b_o - šířku otevření drážky statoru,
- δ - radiální vzduchovou mezeru mezi statorem a rotorem,
- y - krok vinutí statoru vztahený na vrtání statoru.

Z elektromagnetického a výrobně-technologického hlediska je výhodné uspořádat vinutí statoru v drážkách. V tomto případě se na jednom dvojpóli statoru, tvořeném dvěma sousedními pólovými roztečemi, provádějí pouze drážky, do nichž se ukládá jednovrstvé vinutí, tvořené cívkou nebo cívkovou skupinou téže fáze vinutí statoru. Cívky nebo cívkové skupiny jiných fází vinutí statoru jsou rozmístěny na jiných dvojpólech, přičemž osy cívek nebo cívkových skupin svírají elektrický úhel

$$\alpha = 360^\circ \pm \frac{180^\circ}{m}.$$

Z toho vyplývá, že při uspořádání vinutí statoru v drážkách musí být počet m-fází vinutí statoru menší nebo nejvýš roven počtu p dvojic pólů. To má za následek omezení proveditelnosti tachogenerátoru. Další nevýhodou stávajících provedení jsou poměrně vysoké požadavky na přesnost výroby a vlastnosti materiálu, neboť rozdíly velikostí magnetických toků v jednotlivých pólech rotoru způsobují kolísání napětí indukovaných v jednotlivých fázích vinutí statoru, a tím i zvlnění napětí na výstupu elektronického komutátoru.

Uvedené nedostatky stávajících provedení jsou odstraněny řešením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že m-fázové vinutí statoru je vytvořeno jako symetrické dvouvrstvé vinutí s jednou paralelní větví v každé fázi a se stejnými cívkami, jejichž jedny strany tvoří dolní vrstvu a druhé strany horní vrstvu vinutí statoru, přičemž krok vinutí je roven drážkové rozteči a jeho poměrná velikost vzhledem k pólové rozteči je různá od jedné a je dána vztahem

$$\epsilon = \frac{y}{r_p} = \frac{2p}{m \cdot N},$$

kde značí

- ϵ - poměrnou velikost kroku vinutí statoru vzhledem k pólové rozteči,
- $2p$ - počet pólů,
- N - počet cívek jedné fáze vinutí statoru.

Řešením podle vynálezu se dosáhne proveditelnosti vinutí v drážkách statoru i v případě, že počet m-fází vinutí statoru je větší než počet p dvojic pólů. Toto uspořádání je výhodné z hlediska elektromagnetického i výrobně-technologického, neboť lze provést menší vzduchovou mezeru a požadovaného indukovaného napětí lze dosáhnout s menší budicí magnetomotorickou silou permanentních magnetů nebo s menším počtem závitů cívek vinutí statoru. To vede k úsporám materiálů, vestavných rozměrů a pracnosti. Toto provedení je také méně náročné na přesnost výroby a vlastnosti materiálu v případech, kdy počet cívek jedné fáze je větší než 1.

Na připojeném výkrese je znázorněn příklad provedení tachogenerátoru podle vynálezu, na obr. 1 v příčném řezu, na obr. 2 v podélném řezu a na obr. 3 jsou nakresleny časové průběhy indukovaných napětí v jednotlivých fázích vinutí statoru tachogenerátoru.

Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor na obr. 1 a 2 má magnetický obvod tvořený statorem 1, opatřeným u jeho vrtání šesti podélnými drážkami 9 s trojfázovým vinutím zapojeným do hvězdy, připojeným na vstup elektronického komutátoru, a rotorem 2, uspořádaným ve vrtání statoru, majícím pravidelně po obvodu rozmístěné čtyři póly 3 prostřídané polaritou, buzené permanentními magnety 4. Póly 3 i permanentní magnety 4 jsou uspořádány po obvodu náboje 5. Čelní stěny permanentních magnetů 4 a pólů 3 jsou přes bočnice 6 tvaru mezikružní staženy nýty 7. Permanentní magnety 4 jsou zajištěny klíny 8 proti pohybu vzhledem k pólům 3. Náboj 5, bočnice 6 a klíny 8 jsou vytvořeny z neferomagnetického materiálu. Radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů 3 od osy rotace motoru 2 je konstantní a šířka pólu na vnějším obvodu rotoru 2 splňuje podmínku

$$b_p \geq \frac{r_p}{m} + b_o + 2\delta + |p - y|,$$

kde značí

- b_p - šířku pólu na vnějším obvodu rotoru,
- r_p - pólovou rozteč vztaženou na vrtání statoru,
- m - počet fází vinutí statoru,
- b_o - šířku otevření drážky statoru,
- δ - radiální vzduchovou mezeru mezi statorem a rotorem,
- y - krok vinutí statoru vztažený na vrtání statoru.

Přitom trojfázové vinutí statoru je vytvořeno jako symetrické dvouvrstvé vinutí s jednou paralelní větví v každé fázi a se stejnými cívkami 10 jejichž jedny strany tvoří dolní vrstvu a druhé strany horní vrstvu vinutí statoru, přičemž krok vinutí je roven drážkové rozteči a jeho poměrná velikost vzhledem k pólové rozteči je různá od jedné a je dána vztahem

$$\epsilon = \frac{y}{r_p} = \frac{2p}{m \cdot N},$$

kde značí

- ϵ - poměrnou velikost kroku vinutí statoru vzhledem k pólové rozteči,
- $2p$ - počet pólů,
- N - počet cívek jedné fáze vinutí statoru.

Časové průběhy napětí indukovaných v jednotlivých fázích vinutí statoru jsou znázorněny na obr. 3. Při konstantní otáčivé rychlosti rotoru 2 mají indukovaná napětí 11 jednotlivých fází vinutí statoru v časových úsecích 13 konstantní velikost. Elektronický komutátor vytváří k indukovanému napětí 11 každé fáze vinutí statoru příslušné invertované napětí 12, tj. napětí protifáze. Časové úseky 13 konstantního napětí jednotlivých fází a protifází se v časových okamžicích 14 překrývají, tj. příslušná napětí se v těchto časových okamžicích vzájemně rovnají.

Elektronický komutátor zajišťuje postupné přepínání indukovaných napětí 11 a invertovaných napětí 12 na svůj výstup v časových okamžicích 14 jejich vzájemného překrytí, takže na výstupu elektronického komutátoru se získá stejnosměrné napětí, téměř bez zvlnění. Impulsy k přepínání napětí jednotlivých fází a protifází dostává elektronický komutátor ze snímače polohy rotoru. Způsoby provedení a zapojení elektronického komutátoru a snímače polohy rotoru jsou známy ze stávajících řešení.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor, jehož magnetický obvod je tvořen statorem, opatřeným u jeho vrtání podélnými drážkami s m-fázovým vinutím, zapojeným do hvězdy, připojeným na vstup elektronického komutátoru, a rotorem, uspořádaném ve vrtání statoru, majícím pravidelně po obvodu rozmístěné póly prostřídané polarity, buzené permanentními magnety, přičemž radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů od osy rotace rotoru je konstantní a šířka pólu na vnějším obvodu rotoru splňuje podmínku

$$b_p \approx \frac{r_p}{m} + b_o + 2\delta + |r_p - y|$$

kde značí

- b_p - šířku pólu na vnějším obvodu rotoru,
- r_p - pólovou rozteč vztahenou na vrtání statoru,
- m - počet fází vinutí statoru,
- b_o - šířku otevření drážky statoru,
- δ - radiální vzduchovou mezeru mezi statorem a rotorem,
- y - krok vinutí statoru vztahený na vrtání statoru,

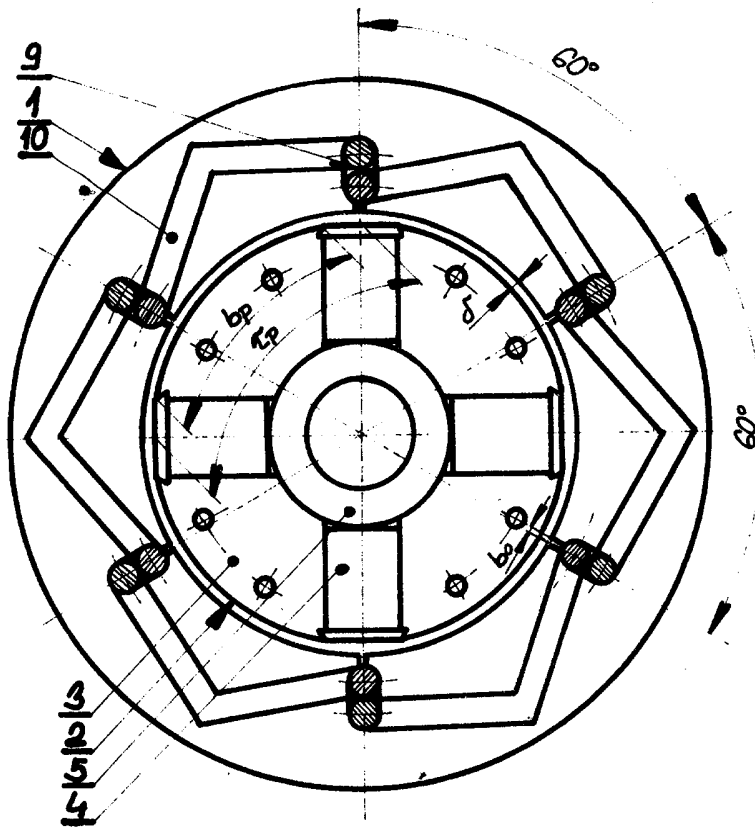
vyznačující se tím, že m-fázové vinutí statoru je vytvořeno jako symetrické dvouvrstvé vinutí s jednou paralelní větví v každé fázi a se stejnými cívkami (10), jejichž jedny strany tvoří dolní vrstvu a druhé strany horní vrstvu vinutí statoru, přičemž krok vinutí je roven drážkové rozteči a jeho poměrná velikost vzhledem k pólové rozteči je různá od jedné a je dána vztahem

$$\epsilon = \frac{y}{r_p} = \frac{2p}{m \cdot N}$$

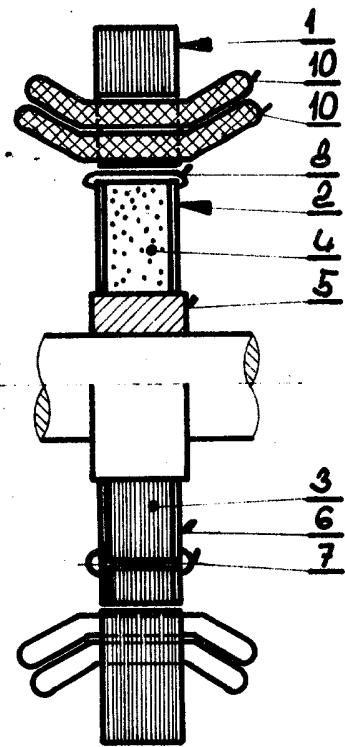
kde značí

- ϵ - poměrnou velikost kroku vinutí statoru vzhledem k pólové rozteči,
- $2p$ - počet pólů (3),
- N - počet cívek (10) jedné fáze vinutí statoru.

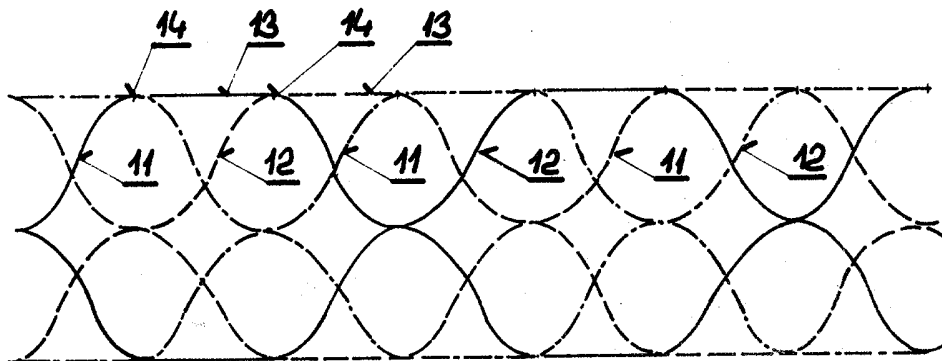
1 výkres



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3