



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252684

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

H 02 K 1/16

(22) Přihlášeno 10 12 84

(21) PV 9560-84

(40) Zveřejněno 12 02 87

(45) Vydáno 15 06 88

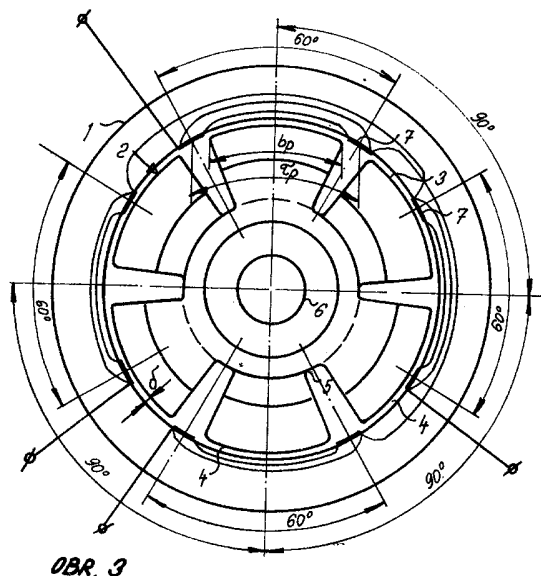
(75)

Autor vynálezu

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

(54) Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor

Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor má magnetický obvod tvořen statorem a vícefázovým vinutím, připojeným na vstup elektronického komutátoru a rotorem se sudým počtem pravidelně po obvodě rozmístěných pólů prostřídané polarity, buzeným trvalými magnety. Radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů od osy rotoru je konstantní. Šířka pólu na jeho vnějším obvodě je nejméně o šířku strany cívky vinutí jedné fáze větší než pólová rozteč dělená počtem fází a osy aktivních částí cívek vinutí jednotlivých fází jsou vzájemně posunuty o elektrický úhel rovný celistvému násobku 180° zvětšenému nebo zmenšenému o podíl 180° a počtu fází.



Vynález se týká bezkontaktního elektromagnetického rotačního tachogenerátoru, jehož magnetický obvod je tvořen statorem, který je opatřen vícefázovým vinutím, připojeným na vstup elektronického komutátoru, přičemž ve statoru je uspořádán rotor se sudým počtem pravidelně po obvodu rozmístěných pólů prostřídané polarity, buzený trvalými magnety.

Pro přesnou regulaci otáček v širokém rozsahu je u elektrických servomotorů nutno použít tachogenerátor se stejnosměrným výstupním napětím, které je přímo úměrné otáčivé rychlosti tachogenerátoru, spojeného se servomotorem mechanicky. Tachogenerátor se střídavým výstupním napětím v kombinaci s usměrňovačem nelze použít, protože na usměrňovači vzniká úbytek napětí, který není úměrný otáčivé rychlosti, a proto by při nízké otáčivé rychlosti a tedy nízkém výstupním napětí tachogenerátoru byla snížena přesnost regulace, případně by na výstupu usměrňovače bylo nulové napětí.

Dosud běžně používané stejnosměrné tachogenerátory mívají mechanický komutátor. Jejich nevýhodou je však nutnost pravidelné údržby sběrného ústrojí a omezení použití jen pro některá prostředí. Jinou nevýhodou je zvlnění výstupního napětí tachogenerátoru, které má za následek kolísání otáčivé rychlosti, případně točivého momentu servomotoru. Toto zvlnění nelze v celém rozsahu otáček dostatečně potlačit filtrací, přičemž použití filtrace má navíc vždy za následek zhoršení dynamických vlastností servomotoru.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny řešením podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů od osy rotoru bezkontaktního elektromagnetického rotačního tachogenerátoru je konstantní, šířka pólu na jeho vnějším obvodu b_p je dána vztahem

$$b_p \geq \frac{r_p}{m} + b_c + 2\delta + (1 - \varepsilon)r_p,$$

přičemž $\varepsilon = \frac{y_c}{r_p}$

kde značí

r_p - pólovou rozteč na vnitřním obvodu statoru,

m - počet fází,

δ - vzduchovou mezeru v radiálním směru,

ε - poměrný krok vinutí fáze statoru,

y_c - krok vinutí fáze statoru,

b_c - šířku strany cívky nebo cívkové skupiny vinutí jedné fáze statoru v tangenciálním směru

a osy aktivních částí cívek nebo cívkových skupin vinutí jednotlivých fází jsou v tangenciálním směru vzájemně posunuty o elektrický úhel α daný vztahem

$$\alpha = k \cdot 180^\circ \pm \frac{180^\circ}{m},$$

kde značí

k - celé nezáporné číslo, udávající počet pólových roztečí, o které jsou cívky jednotlivých fází vzájemně vzdáleny a

m - počet fází vinutí statoru.

Řešením podle vynálezu se docílí, že napětí indukované v cívkách vinutí jednotlivých fází tachogenerátoru je při stálé rychlosti otáčení rotoru tachogenerátoru v určitém časovém úseku, daném zejména rychlostí otáčení rotoru a obvodovou šířkou pólu, stálé, nevlněné a úměrné rychlosti otáčení.

Příklady provedení tachogenerátoru podle vynálezu jsou znázorněny na připojených výkresech, kde na obr. 1, 3 a 5 jsou bokorysy zařízení a na obr. 2, 4 a 6 jeho nárys v podélném řezu. Na obr. 7 jsou časové průběhy napětí.

Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor na obr. 1, 2, 3 a 4 je tvořen listěným statorovým svazkem 1 prstencového tvaru, v němž je umístěn drápkový rotor 2 se šesti vyniklými pravidelně po obvodě rozloženými póly 3 prostřídané polarity. Rotor 2 tvoří dvě hvězdice 4, z nichž každá má pravidelně po svém obvodě vytvořeny tři póly 3 téže polarity. Obě hvězdice 4 jsou vzájemně natočeny o polovinu rozteče pólů 3 jedné hvězdice 4. Vnitřní stěny hvězdice 4 přiléhají k axiálně polarizovanému trvalému magnetu 5, prstencovitěho tvaru. Hvězdice 4 i trvalý magnet 5 jsou pevně spojeny s hřídelem 6 z nemagnetického materiálu.

Radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů 3 od podélné osy rotoru 2 je konstantní. Prstencovitý statorový svazek 1 na obr. 1 a 2 obepíná 12 cívek 7 dvoufázového statorového vinutí, přičemž radiální osy sousedních aktivních částí cívek 7 jsou po obvodě vzájemně posunuty o 90° elektrických, to je v uváděném případě o 30° mechanických. Šířka každého pólu 3 na jeho vnějším obvodě b_p je dána vztahem

$$b_p = \frac{r_p}{m} + b_c + 2,$$

kde značí

- r_p - pólovou rozteč na vnitřním obvodě statoru,
- m - počet fází,
- b_c - šířku strany cívky nebo cívkové skupiny vinutí jedné fáze statoru v tangenciálním směru a
- δ - vzduchovou mezeru v radiálním směru.

Prstencovitý statorový svazek 1 na obr. 3 a 4 má na vnitřním povrchu pravidelně po obvodě rozloženy čtyři cívky 7 dvoufázového vinutí, přičemž osy sousedních cívek 7 jsou vzájemně natočeny o 90° mechanických, tj. o 270° elektrických a poměrný krok vinutí fáze statoru $k = 1$. Tachogenerátor na obr. 5 a 6 má na vnitřním povrchu listěného prstencovitěho statorového svazku 1 vytvořeny dvě dvojice polozavřených drážek 8. V každé dvojici drážek 8 jsou uloženy cívkové strany téže cívky 7 jedné fáze. Radiální osy obou cívek 7 jsou po obvodě vzájemně posunuty o úhel 150° mechanických, tj. o 450° elektrických. Rozteč drážek 8 příslušných jedné cívce 7 je rovna pólové rozteči r_p . Šířka pólu 3 na jeho vnějším obvodě b_p je dána vztahem

$$b_p = \frac{r_p}{m} + b_c + 2\delta,$$

Uvnitř statorového svazku 1 je uspořádán šestipólový rotor 2 s listěnými póly 3, k jejichž bočním stěnám v tangenciálním směru přiléhají v tomto směru polarizované trvalé magnety 9 prostřídané polarity. Póly 3 i trvalé magnety 9 obepínají náboj 10 z neferomagnetického materiálu. Čelní stěny trvalých magnetů 9 a póly 3 jsou přes bočnice 11 staženy nýty 12.

Trvalé magnety 9 jsou zajištěny klíny 14, přičemž bočnice 11 a klíny 14 jsou z neferomagnetického materiálu. Na obr. 7 jsou znázorněny časové průběhy indukovaných napětí 15 obou fází dvoufázového tachogenerátoru a časové průběhy k nim příslušných invertorových napětí 16. Na úsecích 17 stálého napětí téže polarity značí body 18 okamžiky přepnutí indukovaných a invertovaných napětí (15 a 16) jednotlivých fází tachogenerátoru na výstup elektrického komutátoru.

Navíjení cívek 7 kolem prstencového statorového svazku 1 tachogenerátoru je obtížné a vyžaduje nákladné speciální toroidní navíjecí stroje. Přitom počet závitů takového vinutí, a tedy velikost indukovaného napětí, jsou omezeny velikostí vzduchové mezery mezi rotorem 2 a statorovým svazkem 1 a cívkové strany na vnějším průměru statorového svazku 1 jsou neaktivní a tedy nevyužitelné. Proto je efektivnější uspořádat vinutí cívek 7 tak, že obě jejich strany jsou rozloženy u vzduchové mezery na vnitřním průměru statorového svazku 1 s výhodou jsou uloženy v drážkách 8.

V tomto případě je však třeba dodržet, aby na jednom dvojpólu byly pouze drážky 8, ve kterých je uložena cívka 7 nebo cívková skupina téže fáze. To je proveditelné jen při počtu fází nejvýše rovném počtu pólů. Tím se zabrání pulsacím magnetického toku spřaženého s vinutím příslušné fáze vlivem drážkování, a tudíž i zvlnění napětí příslušné fáze, zejména v časovém úseku, kde výstupní napětí má být stálé.

Z technologických důvodů je někdy výhodné provést rotor 2 tachogenerátoru listěný, s hvězdicovým uspořádáním tangenciálně orientovaných trvalých magnetů 9, jak je znázorněno v příkladu provedení na obr. 5 a 6. V tomto uspořádání se však nepříznivě projeví nesymetrie magnetického obvodu, způsobené nepřesnostmi jeho mechanického provedení a nestejnou velikostí magnetického toku jednotlivých trvalých magnetů 9. To vede ke kolísání úrovně napětí indukovaných v jednotlivých fázích vinutí statoru tachogenerátoru. Tyto nevýhody jsou odstraněny tzv. drápkovým provedením rotoru 2, který tvoří dvě hvězdice 4, mezi nimiž je uspořádán axiálně polarizovaný prstencovitý trvalý magnet 5, podle bodu 3 definice předmětu vynálezu.

Provedení pólů 3 rotoru 2 tachogenerátoru se stejnou radiální vzdáleností jejich obvodového povrchu od osy rotoru 2 podle vynálezu zajišťuje, že napětí indukované v cívkách 7 jednotlivých fází vinutí statoru zůstává při stálé otáčivé rychlosti rotoru 2 tachogenerátoru v určitém časovém úseku 17 stálé a úměrné velikosti otáčivé rychlosti.

Délka tohoto časového úseku 17 závisí především na šířce pólu 3 a otáčivé rychlosti. Poněvadž za sebou následují póly 3 prostřídané polarity, střídá se i polarita indukovaného napětí 15 je znázorněn na obr. 7. Elektronický komutátor jednak vytváří ke každému fázovému indukovanému napětí 15 inverzní průběh, tj. napětí protifáze - invertované napětí 16, přičemž pro tvorbu výstupního stejnosměrného napětí použije pouze úseky 17 stálého napětí téže polarity.

Protože jednotlivé fáze jsou vzájemně posunuty o elektrický úhel $\alpha = \frac{180^\circ}{m}$, kde m je počet fází, je - vzhledem k inverzi napětí každé fáze a provedení tachogenerátoru podle vynálezu - možno dosáhnout překrytí úseků 17 stálého napětí, tj. stálého výstupního napětí elektronického komutátoru, již při počtu fází $m = 2$. Elektronický komutátor přepíná na svůj výstup napětí jednotlivých fází, respektive protifází, v závislosti na poloze rotoru 2 tachogenerátoru.

Impuls k přepnutí jednotlivých fází indukovaného napětí 15, respektive invertovaného napětí 16 jednotlivých fází - protifází - dostává elektronický komutátor ze snímače polohy rotoru 2 tachogenerátoru, který může být například na induktivním principu. Provedení a zapojení snímače polohy rotoru 2 tachogenerátoru a elektronického komutátoru nejsou předmětem řešení tohoto vynálezu.

Řešení podle vynálezu lze použít nejen pro bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor ve spojení s elektronickým komutátorem, ale i v jiných případech, například ve spojení s usměrňovačem.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor, jehož magnetický obvod je tvořen státorem, který je opatřen vícefázovým vinutím, připojeným na vstup elektronického komutátoru, přičemž ve statoru je uspořádán rotor se sudým počtem pravidelně po obvodě rozmístěných pólů prostřídané polarity, buzený trvalými magnety, vyznačující se tím, že radiální vzdálenost obvodového povrchu pólů (3) od osy rotoru (2) je konstantní, šířka pólu (3) na jeho vnějším obvodě b_p je dána vztahem

$$b_p \geq \frac{r_p}{m} + b_c + 2\delta + (1 - \epsilon) r_p,$$

přičemž

$$\epsilon = \frac{y_c}{p},$$

kde značí

- r_p - pólovou rozteč na vnitřním obvodu statoru,
- m - počet fází,
- δ - vzduchovou mezeru v radiálním směru,
- c - poměrný krok vinutí fáze statoru,
- y_c - krok vinutí fáze statoru,
- b_c - šířku strany cívky nebo cívkové skupiny vinutí jedné fáze statoru v tangenciálním směru,

a osy aktivních částí cívek (7) nebo cívkových skupin vinutí jednotlivých fází jsou v tangenciálním směru vzájemně posunuty o elektrický úhel α daný vztahem

$$\alpha = k \cdot 180^\circ \pm \frac{180^\circ}{m},$$

kde značí

- k - celé nezáporné číslo, udávající počet pólových roztečí, o které jsou cívky (7) jednotlivých fází vzájemně vzdáleny.

2. Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor podle bodu 1, vyznačující se tím, že aktivní části cívek (7) statorového vinutí tachogenerátoru jsou uspořádány v drážkách (8), provedených u vnitřního povrchu statorového svazku (1) tachogenerátoru, ve směru jeho podélné osy, přičemž číslo k ve vztahu pro úhel α je $k = 2$ a počet fází m je menší a nebo roven počtu pólů.

3. Bezkontaktní elektromagnetický rotační tachogenerátor podle bodu 1, vyznačující se tím, že rotor (2) tachogenerátoru je tvořen dvěma hvězdicemi (4), z nichž každá má po svém obvodu vytvořeny póly (3) téže polarity a obě hvězdice jsou vzájemně natočeny o polovinu rozteče pólů (3) jedné hvězdice (4), přičemž vnitřní stěny obou hvězdic (4) přiléhají ke kotoučovitému, axiálně polarizovanému trvalému magnetu (5) a hvězdice (4) jsou pevně spojeny s hřídelem (6) z nemagnetického materiálu.

2 výkresy

