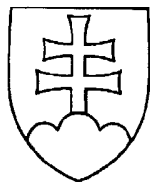


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

PATENTOVÝ SPIS

- (21) Číslo prihlášky: 978-99
(22) Dátum podania prihlášky: 21. 1. 1998
(24) Dátum nadobudnutia účinkov patentu: 7. 1. 2002
Vestník ÚPV SR č.: 1/2002
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 197 01 856.4
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 21. 1. 1997
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: DE
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 10. 12. 1999
Vestník ÚPV SR č.: 12/1999
(47) Dátum sprístupnenia patentu verejnosti: 17. 12. 2001
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: PCT/DE98/00172
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: WO98/32214

(11) Číslo dokumentu:

282 397

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:

H02P 1/46

H02P 6/20

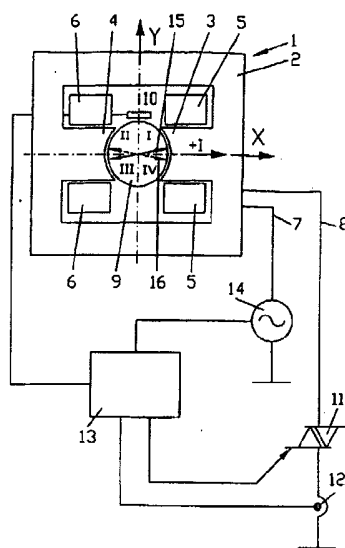
H02P 7/62

- (73) Majiteľ: Kunz Wunnibald, Friedrichshafen, DE;
(72) Pôvodca: Kunz Wunnibald, Friedrichshafen, DE;
(74) Zástupca: Rott, Růžička, Guttman, v.o.s., Bratislava, SK;

(54) Názov: Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie jednofázového synchronného motora s rotorom s permanentnými magnetmi aj s prihliadnutím na poruchové stavy

(57) Anotácia:

Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie jednofázového synchronného motora (1) s rotorom (9) s permanentnými magnetmi, pričom tento jednofázový synchronný motor (1) je na statore (2) vybavený najmenej jednou v sérii so zdrojom striedavého napätia zapojenou cievkou (5,6), najmenej jedným snímačom (10) magnetického poľa rotora (9), snímačom (12) statorového prúdu, snímačom (14) napájacieho napätia, elektronickým spínačom (11) na fázovú reguláciu napájacieho napätia a elektronickou jednotkou (13) na spracovanie signálov zo snímačov (10, 12, 14) a ovládanie elektronického spínača (11). Po uplynutí časového zdržania, ktoré začína prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a určuje veľkosť prúdu, spustí elektronická jednotka (13) elektronický spínač (11) na prúd do statora (2) vtedy, ak sa amplitúda signálu zo snímača (10) magnetického poľa nachádza v rámci vopred určených zapařovacích medzi predstavovaných veľkosťami amplitúd a polarita polvlny striedavého napätia vytvára prúd, z ktorého vyplýva spúšťací moment.



SK 282397 B6

Oblasť techniky

Vynález sa týka spôsobu spúšťania a prevádzkovej regulácie jednofázového synchronného motora s rotorom s permanentnými magnetmi aj s prihladnutím na poruchové stavy, pričom tento jednofázový synchronný motor je na statore vybavený najmenej jednou v sérii so zdrojom striedavého napätia zapojenou cievkou, najmenej jedným snímačom magnetického poľa rotora, snímačom statorového prúdu, snímačom napájacieho napätia, elektronickým spínačom na fázovú reguláciu napájacieho napätia a elektronickou jednotkou na spracovanie signálov zo snímačov a ovládanie elektronického spínača. Spôsob podľa vynálezu je vhodný hlavne na pohon obehových čerpadiel umývačiek riadu a kompresorov chladničiek.

Doterajší stav techniky

Veľmi rozšírené sú čisto pasívne, bez regulácie prevádzkované jednofázové synchronné motory, ktoré sa používajú napríklad na prevádzku malých čerpadiel. Tieto synchronné motory majú mimoriadne jednoduchú konštrukciu a tým tiež nízke výrobné náklady. Vzhľadom na ťažký rozbeh v dôsledku zotrvačnosti poháňaných agregátov je výkon týchto motorov obmedzený na približne 30 W. Bez použitia prídavných vybavení preto tieto motory neprichádzajú do úvahy napríklad na pohon obehových čerpadiel umývačiek riadov.

Spolahlivý rozbeh je pri týchto jednofázových, permanentnými magnetmi budených synchronných motoroch možný principiálne iba vtedy, ak je zvláštnymi vybaveniami, napríklad tvarovaním vzduchových štrbín alebo prídavným magnetom a podobne zaistené, že vektor magnetického toku magnetov rotora nie je v zaskakovacích polohách rovnobežný s vektorom magnetického toku statora.

Zaskakovacou polohou rotora sa pritom rozumie poloha rotora, v ktorej má jeho magnetické pole bez prídavného napájania najnižší obsah energie a v ktorej sa tento rotor pri absencii vplyvu trenia zastaví.

Opatrenie na zvýšenie výkonu takéhoto jednofázového synchronného motora nad 30 W môže spočívať napríklad vo vložení špeciálnej spojky medzi motor a čerpadlo, pričom tiež toto čerpadlo má potom špeciálnu konštrukciu. Rozbeh jednofázového synchronného motora však aj napriek tomu prebieha čiste pasívne bez použitia prídavných pomocných elektronických prostriedkov.

Taktiež pri týchto uskutočneniach jednofázových synchronných motorov má obmedzený výkon, hlavne v dôsledku nepravidelného priebehu momentu v oblasti rozbehu. Okrem toho, účinnosť tohto jednofázového synchronného motora je silne závislá od napätia, ku ktorému je pripojený, v dôsledku čoho musí byť tento jednofázový synchronný motor pri známej záťaži dimenzovaný aj pre najmenej priaznivú oblasť prevádzkového napätia.

V doposiaľ nezverejnenej patentovej prihláške DE 195 33 344 je opísané zariadenie na reguláciu jednofázového synchronného motora, v ktorom je tento jednofázový synchronný motor na statore vybavený najmenej jednou v sérii so zdrojom striedavého napätia zapojenou cievkou, najmenej jednou Hallovou sondou, snímačom prúdu, snímačom napájacieho napätia, elektronickým spínačom, napríklad triakom, ktorý do rozopnutého stavu prechádza výhodne pri prechode prúdu nulou, a elektronickou jednotkou na spracovanie signálov zo snímačov a ovládanie elektronického spínača.

Pri spúšťaní sa v tomto zariadení podľa polarít signálu zo snímača magnetického poľa a požadovaného smeru otáčania zopnú prostriedky na fázovú reguláciu napájacieho napätia a po uplynutí časového zdržania sa zopne elektronický spínač, takže vznikne hnací moment v požadovanom smere otáčania.

Počas rozbehu sa z hodnoty a stúpania signálu zo snímača magnetického poľa vypočítavajú časové intervaly zopnutia prostriedkov na fázovú reguláciu a po uplynutí časového zdržania sa pripojí striedavé napätie.

Za synchronného chodu sa analogicky vypočítavajú tiež periodicky sa vyskytujúce časové intervaly, počas ktorých sú zopnuté prostriedky na fázovú reguláciu a po uplynutí časového zdržania sa pripojí striedavé napätie.

Nevýhodou počas fázy spúšťania je skutočnosť, že taký jednofázový synchronný motor má v zaskakovacích polohách smer dobrého a ťažkého rozbehu. Smerom dobrého rozbehu je pritom ten smer, v ktorom je vektor magnetického poľa magnetu rotora orientovaný proti vektoru magnetického poľa statora - pozri obr. 1. Rotor potom môže získať rýchlosť na takmer 180° a prekonať mŕtvu bod, v ktorom sú vektory magnetického poľa rotora a statora navzájom rovnobežné. V opačnom smere je uhol k mŕtvemu bodu len niekoľko stupňov, v dôsledku čoho je iba malá možnosť, aby tento mŕtvu bod mohol byť prekonalý.

Pri tomto zariadení sa spolieha len na to, že rotor, hlavne v smere ťažkého rozbehu, sa uvedie do kývavého pohybu, ktorý sa zväčšuje rezonančnými javmi a pri dosiahnutí určitej amplitúdy umožní roztočenie rotora.

Táto metóda môže vyžadovať prúd, ktorý vedie k najmenej čiastočnej demagnetizácii permanentných magnetov.

Toto je hlavne ten prípad, ak sú prítomné vplyvy trenia, ktoré v dôsledku príliš veľkého tlmenia potláčajú potrebné rezonančné javy, alebo ak sú tieto rezonančné javy potlačované v dôsledku zle prispôsobených točivých hmôt rotora a záťaže.

Rozbeh je znemožnený hlavne tiež vtedy, ak rotor trochu zatuhne vo svojich ložiskách, čo nie je možné po dlhšom čase nehybnosti vylúčiť.

Ďalšia prídavná nevýhoda vyplýva z vlastností Hallových sond, ktoré majú veľké ošfetové napätie a značný teplotný drift a ktoré umožňujú jednoznačnú detekciu zaskakovacích polôh iba za cenu značných prídavných nákladov, ktoré v týchto aplikáciách nie sú z cenových dôvodov prijateľné.

Rozbeh takéhoto jednofázového synchronného motora až do synchronného chodu je zvýraznený tým, že v dôsledku rozdielu medzi frekvenciou siete a otáčkami rotora nie sú po pomerne dlhom časovom intervale k dispozícii žiadne hnacie prúdové impulzy. Aby sa dosiahol potrebný stredný hnací moment, musia byť hnacie prúdové impulzy, ktoré sú k dispozícii, väčšie. Ak príde jeden z týchto prúdových impulzov v okamihu, kedy sú vektory magnetického poľa rotora a statora v podstate antiparalelné, môže dôjsť k najmenej čiastočnej demagnetizácii magnetu rotora, ak prúdový impulz a tým magnetické pole majú na to dostatočné hodnoty.

Nevýhodou opísaného zariadenia je skutočnosť, že neobsahuje žiadne vybavenia na obmedzenie prúdu v týchto kritických situáciách.

Ďalšou nevýhodou je vo fáze rozbehu a za synchronného chodu hlavne skutočnosť, že najskôr prebehne aktivácia prostriedkov na fázovú reguláciu a potom po časovom zdržaní sa tieto prostriedky zopnú. Počas tejto časovej zdržania sa rotor otáča ďalej a je možné, že vzrastajúci prúd bude mať brzdiaci účinok alebo sa tento rotor natočí do uhlovej oblasti, v ktorej je ohrozený demagnetizáciou.

Uvedená situácia môže nastať tak pri otáčkach vyšších, než synchronné otáčky, ako aj v nepriaznivej uhlovej polohe v okamihu aktivácie prostriedkov na fázovú reguláciu.

Iná ďalšia nevýhoda opísaného zariadenia vyplýva tiež z toho, že sa určujú periodické časové intervaly na aktiváciu prostriedkov na fázovú reguláciu. Tieto časové intervaly predpokladajú použitie časových členov, napríklad timerov, ktoré však pri zrýchlení alebo spomalení motora už nebežia synchronne s otáčaním rotora a môžu preto viesť k nesprávnemu spínaniu, čo môže spôsobiť zbrzdzenie motora, alebo, čo je ešte horšie, zvýšiť nebezpečenstvo demagnetizácie.

Ďalšia nevýhoda vyplýva z použitia triaka, a to hlavne vtedy, ak je moment zotrvačnosti rotora a pripojeného čerpadla malý a dynamika motora sa tým zväčší, v dôsledku čoho môže dôjsť k nadmerným otáčkam. V tomto prípade je pri otáčkach presahujúcich synchronné otáčky veľmi vysoké nebezpečenstvo, že v dôsledku prúdového impulzu, ktorý už pri použití triaka nemôže byť odpojený, sa rotor v dôsledku svojho rýchleho otáčania dostane do uhlovej oblasti, v ktorej magnetické pole, ktoré z tohto prúdového impulzu vyplýva, môže viesť k demagnetizácii rotora.

Iná ďalšia nevýhoda vyplýva z použitia lacných Halloových sond. V dôsledku veľkého rozptylu charakteristík týchto Halloových sond je vo veľkých sériách vyrábaných motorov tiež veľký rozptyl v meraní magnetického poľa rotora. Toto vedie napríklad pri meraní amplitúdy s cieľom stanoviť okamihu, kedy sa má zopnúť elektronický spínač, ku chybám, ktoré sťažujú spúšťanie a prevádzku a zvyšujú nebezpečenstvo demagnetizácie.

Pri preťažení jednofázového synchronného motora alebo pri jeho zablokovaní potom chýbajú vybavenia, ktoré by zabránili neprípustným a pre funkciu jednofázového synchronného motora nebezpečným stavom.

Na nadradené regulácie, napríklad na reguláciu umývačky riadu, by bolo ostane výhodné, keby jednofázový synchronný motor mohol hlásiť veľkosť zaťaženia čerpadla. Podľa doterajšieho stavu techniky je toto podľa údajov zvonku možné len za cenu značných prídavných nákladov.

Cieľom vynálezu je odstránenie uvedených nedostatkov s minimálnymi nákladmi a nájdenie konštrukcie jednofázového synchronného motora, ktorý bude necitlivý na zmeny zaťaženia a poruchy, ako je napríklad blokovanie, preťaženia alebo nadmerné otáčky.

Prídavne sa má pre nadradené regulácie jednoduchým spôsobom zisťovať zaťaženie tohto jednofázového synchronného motora. Je treba pritom zohľadniť, že spolu s preťažením jednofázového synchronného motora pri zmene napájacieho napätia sa mení tiež cos a uhol magnetového kola jednofázového synchronného motora, čo sťažuje stanovenie zaťaženia tohto jednofázového synchronného motora.

Prídavne je treba brať do úvahy, že synchronný chod jednofázového synchronného motora je pri poklese zaťaženia pod určitú hodnotu nestabilný.

Tieto vlastnosti je pritom treba dosiahnuť aj pri použití lacných Halloových sond a elektronických riadiacich jednotiek, napríklad mikroprocesorov najnižšej cenovej kategórie.

Je treba pritom zohľadniť, že Hallove sondy spodnej cenovej kategórie majú veľké ofsetové napätie a tiež značný teplotný drift ofsetového napätia a citlivosti.

Uvedené môže spolu s rozptylom charakteristík magnetického systému viesť motor od motora ku zmenám signálu až so súčiniteľom 3.

Elektronické riadiace jednotky tvorené mikroprocesorami alebo obvody ASIC spodnej cenovej kategórie majú

okrem toho veľmi obmedzený výpočtový výkon, čo výrazne obmedzuje prípustný rozsah procesných a regulačných operácií.

Podstata vynálezu

Uvedenú úlohu rieši a nedostatky známych riešení tohto druhu do značnej miery odstraňuje spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie jednofázového synchronného motora s rotorom s permanentnými magnetmi, pričom tento jednofázový synchronný motor je na statore vybavený najmenej jednou v sérii so zdrojom striedavého napätia zapojenou cievkou, najmenej jedným snímačom magnetického poľa rotora, snímačom statorového prúdu, snímačom napájacieho napätia, elektronickým spínačom na fázovú reguláciu napájacieho napätia a elektronickou jednotkou na spracovanie signálov zo snímačov a ovládanie elektronického spínača, podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že po uplynutí časového zdržania, ktoré začína prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a určuje veľkosť prúdu, spustí elektronická jednotka elektronický spínač na prúd do statora vtedy, ak sa amplitúda signálu zo snímača magnetického poľa nachádza v rámci vopred určených zapalovacích medzi predstavovaných veľkosťami amplitúd a polarita polvlny striedavého napätia vytvára prúd, z ktorého vyplýva spúšťací moment.

Zapaľovacie medze sa, normované maximami, prípadne minimami signálu zo snímača magnetického poľa, za rozbehu a v synchronnom chode priebežne nastavujú v závislosti od otáčok.

Po uplynutí časového zdržania medzi prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a potenciálnym zopnutím elektronického spínača sa zaradi prídavná časová zádrž, ktorá ďalej redukuje prúd statora, keď maximum prúdu statora predvídateľne spadá do rozsahu uhlových polôh rotora, v ktorých môže byť tento rotor demagnetizovaný.

Prídavná časová zádrž sa výhodne rovná časovému zdržaniu, ktoré bolo počas procesu spúšťania vypočítané pri maximálne prípustnom prúde.

Na určenie, či maximum prúdu spadá do rozsahu uhlov, v ktorých môže byť rotor demagnetizovaný, sa vypočítava medzná hodnota, ktorá sa priebežne určuje napríklad v každej polovici otáčky rotora, ktorá zohľadňuje dobu nárastu prúdu a otáčky rotora a je normovaná maximom signálu zo snímača magnetického poľa.

Zopnutiu elektronického spínača na fázovú reguláciu sa zabráni vtedy, ak otáčky rotora prekročia vopred určenú hodnotu.

Elektronická jednotka reguluje prúd vo fáze spúšťania podľa smeru otáčania pri spúšťaní signálov zo snímača magnetického poľa a snímača napájacieho napätia s vopred nastaveným časovým zdržaním tak, že vznikne spúšťací moment, elektronická jednotka potom časové zdržanie znižuje tak dlho, pokiaľ sa nedosiahne tiež vopred nastavený maximálny prúd, elektronická jednotka potom obráti požadovaný smer otáčania a tým smer momentu, ak amplitúda signálu zo snímača magnetického poľa nedosiahla vopred zadanú hodnotu, a elektronická jednotka skracuje, počnúc časovým zdržaním pri spúšťaní čas zdržania, pokiaľ sa nedosiahne maximálny prúd, a tento proces sa opakuje tak dlho, pokiaľ sa nedosiahne vopred zadaná amplitúda a elektronická jednotka potom neprepe na požadovaný smer otáčania pri spúšťaní a jednofázový synchronný motor sa tým rozbehne.

Prevádzková fáza „synchronný chod“ sa núteno opustí vtedy, ak hodnota uhla fázového rozdielu medzi prúdom

statora a signálom zo snímača magnetického poľa je väčšia, než vopred zadaná hodnota.

Prevádzková fáza „rozbeh“ sa nútene opustí vtedy, ak otáčky klesnú pod vopred určenú hodnotu.

Opustenie prevádzkovej fázy „rozbeh“ alebo „synchronný chod“ a prepnutie do prevádzkovej fázy „spúšťanie“ nasleduje vtedy, ak špičková hodnota signálu zo snímača magnetického poľa je hlboko pod špičkovou hodnotou signálu zo snímača magnetického poľa, ktorá sa vyskytuje za normálnej prevádzky.

Na stanovenie výkonu jednofázového synchronného motora v stabilnom synchronnom chode sa použije vrcholová hodnota signálu zo snímača statorového prúdu, ktorá sa vyhodnotí vo vzťahu k fázovému uhlu medzi signálom snímača statorového prúdu a signálom snímača magnetického poľa.

Hlásenie „medzné zaťaženie na stabilný synchronný chod nedosiahnuté“ sa generuje vtedy, ak dôjde v definovanom časovom intervale k mnohonásobne opakovanému prechodu medzi prevádzkovou fázou „synchronný chod“ a „rozbeh“.

Na stanovenie výkonu jednofázového synchronného motora mimo stabilný synchronný chod sa použije dolným filtrom filtrovaný rozdiel maximálnych a minimálnych otáčok.

Prevádzka jednofázového synchronného motora a jeho regulácia je kvôli opisu funkcie rozdelená do troch prevádzkových fáz.

Spúšťanie, počas ktorého sa jednofázový synchronný motor uvedie z pokojového stavu do definovaného pohybu rotora, rozbeh, počas ktorého sa jednofázový synchronný motor prevedie z definovaného pohybu rotora na synchronný chod a synchronný chod, ktorý predstavuje normálnu prevádzkovú fázu jednofázového synchronného motora.

Ukázalo sa byť výhodným, ak pri rozbehu a synchronnom chode sa po uplynutí časového zdržania, ktoré začína prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a určuje veľkosť prúdu, spustí elektronická jednotka elektronický spínač pre prúd do statora vtedy, ak sa amplitúda signálu zo snímača magnetického poľa nachádza v rámci vopred určených zapaľovacích medzi predstavovaných veľkosťami amplitúd a polarita polvlny striedavého napätia vytvára prúd, z ktorého vyplýva spúšťací moment.

Zapaľovacie medze sú v podstate dva uhly, ktoré sú definované tak, že maximum poľa vytváraného prúdovým impulzom sa za zohľadnenia otáčok a nárastu prúdu prejaví vtedy, keď vektor magnetizácie rotora sa nachádza v kvadrantoch I, II alebo III, IV - pozri obr. 1 a 2, v ktorých statorový prúd vytvára hnací moment. Ako celok má postup podľa vynálezu výhodu v tom, že podmienky zapálenia sa kontrolujú v okamihu potenciálneho zapálenia a nie na počiatku časového zdržania.

Uvedené zapaľovacie medze sú výhodne normované špičkovou hodnotou signálu magnetického poľa, aby sa vylúčilo kolísanie signálu v dôsledku rozptylov a teplotných driftov snímača magnetického poľa a systému magnetického poľa rotora. Okrem toho, zapaľovacie medze sa výhodne pri rozbehu a v synchronnom chode priebežne nastavujú v závislosti od otáčok.

Ako zvlášť výhodné na spúšťanie sa pritom ukázalo, ak sa pri spúšťaní napájacie napätie po časovom zdržaní štartu pripojí k vinutiu statora tak, že vznikne hnací moment v požadovanom smere otáčania, načo sa časové zdržanie pomaly skracuje, až sa dosiahne špičkový prúd, ktorý je menší než demagnetizačný prúd.

Ak signál zo snímača magnetického poľa až dosiahol nedosiahol vopred stanovenú hodnotu, rotor sa nerozbehne.

V tomto prípade sa obráti smer otáčania jednofázového synchronného motora a počínajúc štartovacím časovým zdržaním sa opäť pripojí napájacie napätie k vinutiu statora, pokiaľ sa nedosiahne prípustný špičkový prúd alebo sa jednofázový synchronný motor nerozbehne. Tento proces sa opakuje, pokiaľ sa rotor nenatočí natoľko, aby signál zo snímača magnetického poľa dosiahol vopred stanovenú hodnotu.

V tomto okamihu sa opäť spustí požadovaný smer otáčania a začne rozbeh.

Výhoda tohto postupu spočíva v tom, že proces spúšťania prebehne s vysokou spoľahlivosťou a vo veľmi krátkom čase aj v prítomnosti trenia v smere, v ktorom sa rotor dobre rozbieha. Okrem toho, pri zatuhnutí hriadeľa rotora v ložiskách, ku ktorému by mohlo dôjsť po dlhšej nečinnosti, sa zásluhou pulzných a v krátkych časových sa meniacich hnacích momentov dosiahne uvoľnenie tohto hriadeľa.

Okrem toho sa pri rozbehu a synchronnom chode ukázalo ako výhodné, ak veľkosť prúdu je obmedzená v závislosti od uhla natočenia rotora, prípadne v závislosti od signálu zo snímača magnetického poľa. Takto je možné redukovat' prúd v oblasti, v ktorej sú magnetické pole statora a rotora navzájom protismerné a hrozí preto nebezpečenstvo demagnetizácie rotora.

Predĺžením časového zdržania sa potom prúd zníži na hodnotu, ktorá už nie je z tohto hľadiska kritická. Ako východiskový čas na predĺžené časové zdržanie slúži časové zdržanie, ktoré bolo počas procesu štartu vypočítané pri maximálne prípustnom prúde.

Ďalej je mimoriadne výhodné, ak na určenie, či maximum prúdu spadá do rozsahu uhlov, v ktorých môže byť rotor demagnetizovaný, sa vypočítava medzná hodnota, ktorá sa priebežne určuje napríklad v každej polovici otáčky rotora, ktorá zohľadňuje čas nárastu prúdu a otáčky rotora a je normovaná maximum signálu zo snímača magnetického poľa. Ak sa nachádza meraný signál zo snímača magnetického poľa nad vypočítanou medznou hodnotou, nie je potrebné, aby sa časové zdržanie predĺžovalo, to znamená pridávalo sa prídavné časové zdržanie.

V prípade otáčok výrazne vyšších než synchronné otáčky sa ukázalo byť výhodným, ak sa generálne zabráni pripojeniu napájacieho napätia ku statorovým cievkam. Pomer času nárastu prúdu k času otáčky je v tomto prípade tak nepriaznivý, že maximum vzrastajúceho prúdu môže spadnúť do oblasti uhlov, v ktorej hrozí nebezpečenstvo demagnetizácie rotora.

Pri dočasnom preťažení jednofázového synchronného motora musí tento jednofázový synchronný motor zostať v bezpečných prevádzkových stavoch. Tiež v tomto prípade hrozí nebezpečenstvo demagnetizácie rotora.

Pri synchronnom chode môže tiež preťaženie jednofázového synchronného motora spôsobiť vypadnutie zo synchronných otáčok a pokles otáčok jednofázového synchronného motora. Spomínané vypadnutie znamená, že rotor jednofázového synchronného motora už nebeží synchronne s kmitočtom siete.

Pri rozbehu má tiež preťaženie za následok, že sa znížia otáčky jednofázového synchronného motora.

V prípade preťaženia pri synchronnom chode sa ukázalo byť výhodným, ak sa meria hodnota uhla fázového rozdielu medzi prúdom statora a signálom zo snímača magnetického poľa a prekročenie vopred zadanej medznej hodnoty sa vyhodnotí ako preťaženie. V tomto prípade sa upustí od zásady regulácie synchronného chodu a prejde sa na zásady regulácie rozbehu.

Na rozbeh sa ukázalo ako výhodné, ak sa toto preťaženie predpokladá vtedy, keď otáčky jednofázového syn-

chrónneho motora klesnú pod vopred stanovenú hodnotu. V tomto prípade sa upustí od zásady regulácie rozbehu a prejde sa na zásady regulácie spúšťania.

Zvláštny prípad preťaženia predstavuje zablokovanie jednofázového synchronného motora, napríklad v dôsledku vniknutia cudzích telies do čerpadla. V takom prípade narazí lopatka obežného kolesa čerpadla na pevné teleso. Obežné koleso čerpadla je odrazené späť. Pri otáčaní v obrátenom smere narazí lopatka obežného kolesa spravidla opäť na pevné teleso. Možný uhol pohybu, ktorý môže obežné koleso pritom vykonávať, sa pritom spravidla rádo-vo rovná uhlovému odstupu medzi susednými lopatkami obežného kolesa, je však v každom prípade značne menší než 360° . Dôsledkom toho je, že maximum signálu zo snímača magnetického poľa je menšie, než maximum signálu zo snímača magnetického poľa za normálnej prevádzky. Túto skutočnosť je možné výhodne využiť na detegovanie takéhoto prípadu zablokovania.

V takom prípade sa ukázalo byť výhodným, ak sa upustí od aktuálnej zásady regulácie, to znamená „rozbeh“ alebo „synchronný chod“ a prejde sa na zásady regulácie „spúšťania“, ak špičková hodnota signálu zo snímača magnetického poľa je pod vopred definovanou hodnotou.

Pri stanovovaní výkonu jednofázového synchronného motora sa musí rozlíšiť, či zaťaženie čerpadlom, ktoré má charakter viskózneho tlmenia, postačuje na stabilný synchronný chod či nie.

Ak postačuje toto zaťaženie, použije sa na stanovenie výkonu jednofázového synchronného motora v stabilnom synchronnom chode vrcholová hodnota signálu zo snímača statorového prúdu, ktorá sa vyhodnotí vo vzťahu k fázovému uhlu medzi signálom snímača statorového prúdu a signálom snímača magnetického poľa.

Ak to nie je tento prípad, ukázalo sa byť pre najjednoduchší prípad, že sa má detegovať iba pokles pod túto medznú hodnotu, výhodným, ak sa využije z toho vyplývajúci mnohonásobne sa opakujúci prechod medzi prevádzkovou fázou „synchronný chod“ a „rozbeh“, prípadne medzi s týmito fázami spojenými zásadami regulácie.

Ak sa má v tomto prípade stanoviť miera výkonu jednofázového synchronného motora, je výhodné, ak sa použije stredná hodnota rozdielu aktuálnych maximálnych a minimálnych otáčok.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Podstata vynálezu je ďalej objasnená na príkladoch jeho uskutočnenia, ktoré sú opísané na základe pripojených výkresov, ktoré znázorňujú

- na obr. 1 jednofázový synchronný motor so snímačmi a hardvérovou časťou regulácie a s údajmi o zaskakovacích polohách, vyvolaných vytvorením vzduchovej štrbiny a
- na obr. 2 jednofázový synchronný motor so zaskakovacími polohami, vyvolanými prídavným magnetom.

Príklady uskutočnenia vynálezu

Na obr. 1 je znázomený príklad uskutočnenia regulácie jednofázového synchronného motora 1 podľa vynálezu a jednofázový synchronný motor 1 s rotorom 9 s permanentnými magnetmi.

Jednofázový synchronný motor 1 pozostáva zo statora 2, na ktorých obidvoch póloch 3, 4 sú umiestnené dve cievky 5, 6, ktoré zapojené do série tvoria statorové vinutie a sú vybavené prívodmi 7, 8. Jednofázový synchronný motor 1

ďalej obsahuje rotor 9 s permanentnými magnetmi so severným a južným pólom, ktorého možné polohy zaskočenia sú označené vyťahnutou dvojitou šípkou 15.

Každá zo šípok dvojitej šípky 15 môže pritom predstavovať severný alebo južný pól.

Predovšetkým tvarovaním vzduchovej medzery medzi rotorom 9 a statorom 2 sa docielia dve protiľahlé zaskakovacie polohy, ktoré, ako je znázornené, sa o niekoľko uhlových stupňov odchyľujú od osi X, to znamená osi pólov 3, 4 statora 2, a umožňujú tak vznik rozbehového momentu.

Na obr. 2 je znázornený jednofázový synchronný motor 1, ktorého zaskakovacie polohy sa podľa vyťahnutej dvojitej šípky 15 nachádzajú v kvadrantoch I a II. Tento druh zaskakovacích polôh sa docieli použitím prídavného magnetu.

V ďalšom opise sa predpokladá, že prúd v kladnom smere vytvára statorové pole v kladnom smere osi X.

Pre každú zaskakovaciu polohu existuje smer dobrého rozbehu a smer ťažkého rozbehu, ako je zjavné z obr. 1 a 2. Napríklad, ak sa v zaskočenej polohe na obr. 1 privedie kladný prúd, natočí sa rotor 9 o niekoľko uhlových stupňov v smere otáčania hodinových ručičiek do smeru osi X, ďalšie otáčanie nemôže s prihliadnutím na statické pomery pokračovať. Prekonanie mŕtveho bodu je ťažké, hlavne ak sa pridajú tiež vplyvy trenia.

Ak sa privedie naproti tomu záporný prúd, natáča sa rotor 9 proti smeru otáčania hodinových ručičiek a môže nadobudnúť pohybovú energiu na takmer 180° a prekonať mŕtvy bod. V tomto smere sa rotor 9 rozbieha podstatne lepšie.

Pri použití rotorového magnetu ako snímacieho magnetu môžu byť snímače 10 magnetického poľa umiestnené iba na tých miestach, kde statorový prúd nevyvoláva v snímači 10 magnetického poľa prídavné signály, pretože inak by nebolo možné robiť spätné závery o polohe rotora 9. Poloha snímača 10 magnetického poľa, napríklad Hallovej sondy, ktorá je znázornená na obr. 1 a 2, je takým neutrálnym miestom.

Toto usporiadanie vedie v zaskakovacích polohách ku skutočne malému signálu zo snímača 10 magnetického poľa. V súvislosti s ofsetom, ktorému je možné zabrániť iba za cenu vyšších nákladov, a jeho teplotným a časovým driftom je takmer nemožné detegovať presné miesto zaskakovacej polohy.

Ak sa nachádzajú skutočné zaskakovacie polohy podľa dvojitej šípky 15 na obr. 1 v kvadrantoch I a III, môže potom snímač 10 magnetického poľa napríklad v dôsledku ofsetu indikovať tiež polohy 16 v kvadrantoch II a IV. Toto platí analogicky tiež pre obr. 2, podľa ktorého sa skutočné zaskakovacie polohy nachádzajú v kvadrantoch I a II, pričom snímač 10 magnetického poľa však môže v dôsledku svojej ofsetovej chyby indikovať tiež kvadranty III a IV.

Radiaca jednotka teda nemôže na základe signálov zo snímača 10 magnetického poľa rozoznať, v ktorom smere sa môže rotor 9 dobre rozbehnúť. Proces rozbehu sa preto vykonáva tak, že elektronický spínač 11 po časovom zdržaní pripojí napájacie napätie na prívody 7, 8 tak, že vznikne točivý moment v požadovanom smere otáčania a po poklese prúdu na nulu toto napájanie opäť odpojí. Časové zdržanie je pri prvom zapnutí také, aby za žiadneho prevádzkového stavu nevznikal prúd, ktorý by mohol spôsobiť odmagnetovanie magnetu rotora 9. Časové zdržanie sa potom skracaie tak dlho, pokiaľ sa nenastaví vopred určený maximálny prúd, ktorý je ešte pod úrovňou demagnetizačného prúdu.

Ak sa rotor 9 v tomto čase neotočil o určitú hodnotu, čo znamená, že hodnota signálu zo snímača 10 magnetického

poľa nedosiahla doposiaľ vopred definovanú hodnotu, obráti sa smer otáčania a proces sa opakuje.

Tento proces sa opakuje tak dlho, pokiaľ sa rotor 9 neotočí o túto vopred definovanú hodnotu.

Tento spôsob rozbehu má tu výhodu, že rozbeh sa s vysokou spoľahlivosťou a v najkratšom čase uskutoční aj v prítomnosti trenia a pri absencii rezonančných javov.

Ďalšia výhoda sa prejaví v prípade, že rotor 9 po dlhšej nečinnosti zatuhne vo svojich ložiskách. V tomto prípade sa rotor 9 striedavými impulznými momentmi z tejto zahnutej polohy uvoľní.

Vo fáze rozbehu a v synchronnej prevádzke sa po každej polovičnej otáčke rotora 9 stanovia takzvané zapalovacie medze. Tieto sú tvorené prvou a druhou hodnotou amplitúdy signálu zo snímača 10 magnetického poľa.

Uvedené zapalovacie medze sa stanovia tak, aby zapalenie medzi obidvoma hodnotami viedlo k prúdovému impulzu, z ktorého vyplynie hnací moment. Pri stanovení sa zodpovedajúcim spôsobom zohľadnia okamžité otáčky a maximálna hodnota amplitúdy signálu zo snímača 10 magnetického poľa.

Časové zdržanie na fázovú reguláciu sa štartuje pri každom prechode napájacieho napätia nulou. Po jej uplynutí potom elektronický spínač 11 pripojí napájacie napätie k cievkam 5, 6 statora 2, ak je prítomná polvlna napájacieho napätia so zodpovedajúcou polaritou, amplitúda signálu zo snímača 10 magnetického poľa je v zapalovacích medziach a derivácia signálu zo snímača 10 magnetického poľa na čase má správne znamienko, čo znamená, že je možné očakávať moment vedúci k rozbehu rotora 9.

Predtým ako elektronický spínač 11 pripojí napájacie napätie k cievkam 5, 6 statora 2, kontroluje sa prídavne, či maximum nasledujúceho prúdového impulzu neprebehne v polohe rotora 9, v ktorej je vektor poľa statora 2 orientovaný proti vektoru poľa magnetov rotora 9 a pôsobí teda demagnetizačne. Ak je to tento prípad, predĺži sa časové zdržanie, aby prúd takto klesol na neškodnú hodnotu.

Časové zdržanie na fázovú reguláciu sa pri rozbehu po krokoch znižuje, ak ešte neboli dosiahnuté synchronné otáčky, a zväčšuje, keď tieto synchronne otáčky boli prekročené. Takto sa jednoducho dosiahne regulácia urýchľovacieho prúdu v závislosti od zaťaženia.

Pri synchronnom chode je fázový rozdiel medzi signálom zo snímača 10 magnetického poľa a prúdom regulovaný pomocou časového zdržania na fázovú reguláciu tak, aby sa dosiahla maximálna účinnosť. Toto je v tu opísanom usporiadaní potom ten prípad, keď je fázový rozdiel regulovaný smerom k nule.

Týmto sa dosiahne prispôbenie zaťaženia a napätia, pri ktorom je malý stratový výkon a tým i malé rozmery jednofázového synchronného motora 1 a nízke výrobné náklady.

Pri preťažení alebo malom zaťažení vzniká nebezpečenstvo, že jednofázový synchronný motor 1 vypadne do synchronizácie a že už nebudú platiť zásady regulácie platné pre synchronný chod.

Táto situácia sa zistí tak, že hodnota fázového uhla medzi prúdom jednofázového synchronného motora 1 a signálom zo snímača 10 magnetického poľa sa porovnáva s vopred definovanou hodnotou a pri jej prekročení sa začnú uplatňovať zásady regulácie pre rozbeh.

Pri prípadnom zablokovaní rotora 9, napríklad keď do obežného kolesa čerpadla príde cudzí predmet, nebude sa rotor 9 ďalej otáčať a bude sa odrážať späť.

V tomto prípade je maximálna amplitúda signálu zo snímača 10 magnetického poľa podstatne menšia, než za normálnej prevádzky.

Podľa tohto kritéria sa aktuálne platné zásady regulácie pre rozbeh alebo synchronný chod nahradia zásadami platnými pre spúšťanie, čím sa predíde poškodeniu jednofázového synchronného motora nesprávnymi pôsobiacimi prúdmi.

Veľkosť prevádzkového výkonu jednofázového synchronného motora 1 sa pri synchronnom chode zistí pomocou zvoleného druhu regulácie jednoducho tak, že sa zistí špičková hodnota prúdových impulzov a násobí sa kosínusom fázového uhla medzi signálom prúdu a magnetického poľa alebo približnou hodnotou tohto kosínusu.

Týmto spôsobom sa do značnej miery potlačia účinky cos a rôznych napájacích napätí. V prípade, že zaťaženie jednofázového synchronného motora 1 je príliš nízke na to, aby sa umožnil stabilný synchronný chod, sa buď detegujú pomerne pravidelné prechody medzi synchronným chodom a rozbehom a odvodzuje sa z toho signál, ktorý indikuje pokles zaťaženia pod túto medznú hodnotu, alebo, ak aj v tomto prípade je treba poznať veľkosť výkonu jednofázového synchronného motora 1, vypočíta sa z potom sa vyskytujúceho kolísania otáčok časová stredná hodnota rozdielu medzi maximálnymi a minimálnymi otáčkami.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie jednofázového synchronného motora (1) s rotorom (9) s permanentnými magnetmi, pričom tento jednofázový synchronný motor (1) je na statore (2) vybavený najmenej jednou v sérii so zdrojom striedavého napätia zapojenou cievkou (5, 6), najmenej jedným snímačom (10) magnetického poľa rotora (9), snímačom (12) statorového prúdu, snímačom (14) napájacieho napätia, elektronickým spínačom (11) na fázovú reguláciu napájacieho napätia a elektronickou jednotkou (13) na spracovanie signálov zo snímačov (10, 12, 14) a ovládanie elektronického spínača (11), **v y z n a ě u j ú c i s a t ý m**, že po uplynutí časového zdržania, ktoré začína prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a určuje veľkosť prúdu, spustí elektronická jednotka (13) elektronický spínač (11) na prúd do statora (2) vtedy, ak sa amplitúda signálu zo snímača (10) magnetického poľa nachádza v rámci vopred určených zapalovacích medzi predstavaných veľkosťami amplitúd a polarita polvlny striedavého napätia vytvára prúd, z ktorého vyplýva spúšťací moment.

2. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa nároku 1, **v y z n a ě u j ú c i s a t ý m**, že zapalovacie medze sa, normované maximami, prípadne minimami signálu zo snímača (10) magnetického poľa, pri rozbehu a v synchronnom chode priebežne nastavujú v závislosti od otáčok.

3. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa nároku 1 alebo 2, **v y z n a ě u j ú c i s a t ý m**, že po uplynutí časového zdržania medzi prechodom striedavého napájacieho napätia nulou a potenciálnym zopnutím elektronického spínača (11) sa zaradi prídavné časové zdržanie, ktoré ďalej redukuje prúd statora (2), keď maximum prúdu statora (2) predvídateľne spadá do rozsahu uhlových polôh rotora (9), v ktorých môže byť tento rotor (9) demagnetizovaný.

4. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa nároku 3, **v y z n a ě u j ú c i s a t ý m**, že prídavné časové zdržanie sa rovná časovému zdržaniu, ktoré bolo počas procesu spúšťania vypočítané pri maximálne prítomnom prúde.

5. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u -**

j ú c i s a t ý m, že na určenie, či maximum prúdu spadá do rozsahu uhlov, v ktorých môže byť rotor (9) demagnetizovaný, sa vypočítava medzná hodnota, ktorá sa priebežne určuje napríklad v každej polovici otáčky rotora (9), ktorá zohľadňuje dobu nárastu prúdu a otáčky rotora (9) a je normovaná maximom signálu zo snímača (10) magnetického poľa.

6. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že zopnutiu elektronického spínača (11) na fázovú reguláciu sa zabráni vtedy, ak otáčky rotora (9) prekročia vopred zadanú hodnotu.

7. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že elektronická jednotka (13) reguluje prúd vo fáze spúšťania podľa smeru otáčania pri spúšťaní signálov zo snímača (10) magnetického poľa a snímača (14) napájacieho napätia s vopred nastaveným časovým zdržaním tak, že vznikne spúšťací moment, elektronická jednotka (13) potom časové zdržanie znižuje tak dlho, pokiaľ sa nedosiahne tiež vopred nastavený maximálny prúd, elektronická jednotka (13) potom obráti požadovaný smer otáčania a tým smer momentu, ak amplitúda signálu zo snímača (10) magnetického poľa nedosiahla vopred zadanú hodnotu, a elektronická jednotka (13) skraca, počínajúc časovým zdržaním pri spúšťaní, čas zdržania, pokiaľ sa nedosiahne maximálny prúd, a tento proces sa opakuje tak dlho, pokiaľ sa nedosiahne vopred zadaná amplitúda a elektronická jednotka (13) potom neprepne na požadovaný smer otáčania pri spúšťaní a jednofázový synchronný motor (1) sa tým rozbehne.

8. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že prevádzková fáza „synchronný chod“ sa nútene opustí vtedy, ak hodnota uhla fázového rozdielu medzi prúdom statora (2) a signálom zo snímača (10) magnetického poľa je väčšia než vopred zadaná hodnota.

9. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že prevádzková fáza „rozbeh“ sa nútene opustí vtedy, ak otáčky klesnú pod vopred určenú hodnotu.

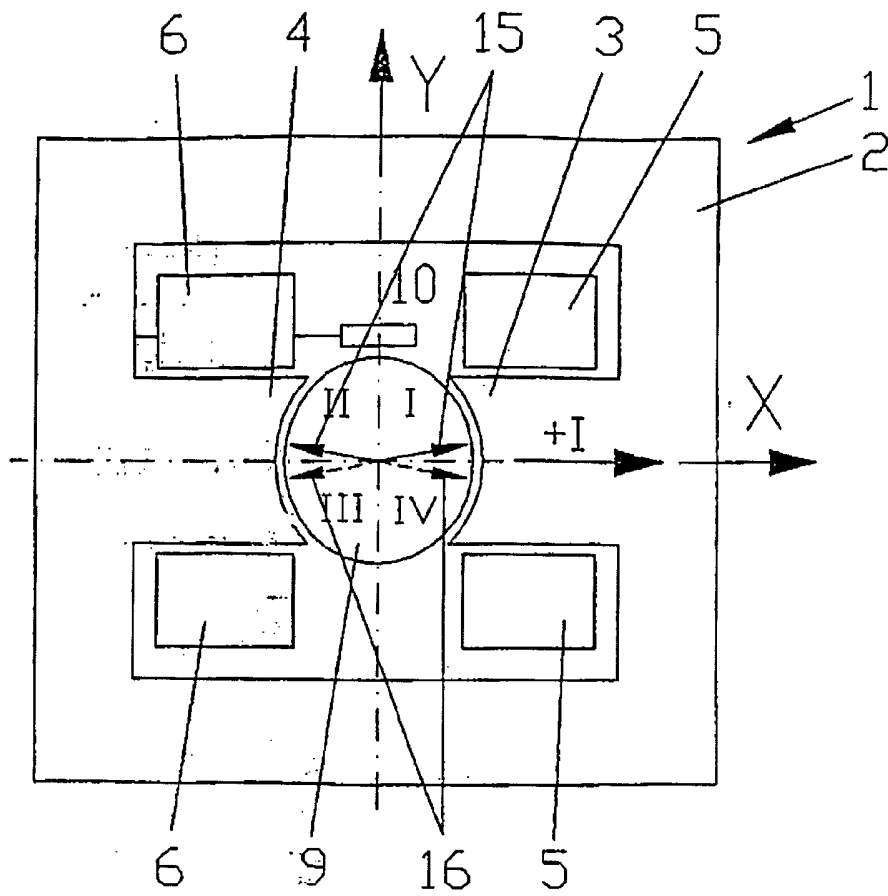
10. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že opustenie prevádzkovej fázy „rozbeh“ alebo „synchronný chod“ a prepnutie do prevádzkovej fázy „spúšťanie“ nasleduje vtedy, ak špičková hodnota signálu zo snímača (10) magnetického poľa je hlboko pod špičkovou hodnotou signálu zo snímača (10) magnetického poľa, ktorá sa vyskytuje pri normálnej prevádzke.

11. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že na stanovenie výkonu jednofázového synchronného motora (1) v stabilnom synchronnom chode sa použije vrcholová hodnota signálu zo snímača (12) statorového prúdu, ktorá sa vyhodnotí vo vzťahu k fázovému uhlu medzi signálom snímača (12) statorového prúdu a signálom snímača (10) magnetického poľa.

12. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že hlásenie „medzné zaťaženie pre stabilný synchronný chod nedosiahnuté“ sa generuje vtedy, ak v definovanom časovom intervale dôjde k mnohonásobne opakovanému prechodu medzi prevádzkovou fázou „synchronný chod“ a „rozbeh“.

13. Spôsob spúšťania a prevádzkovej regulácie podľa niektorého z predchádzajúcich nárokov, **v y z n a ě u - j ú c i s a t ý m**, že na stanovenie výkonu jednofázového synchronného motora (1) mimo stabilného synchronného chodu sa použije dolným filtrom filtrovaný rozdiel maximálnych a minimálnych otáčok.

2 výkresy



Obr. 2

Koniec dokumentu