



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

225 690

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 21 12 81
(21) PV 9588-81

(51) Int. Cl.³ H 02 P 5/34

(40) Zveřejněno 24 06 83
(45) Vydáno 01 07 85

(75)
Autor vynálezu MRÁZ ZDENĚK ing. CSc., BRNO

(54) Zapojení pro regulaci rychlosti nebo polohy synchronního motoru s polovodičovým měničem frekvence

1

Vynález se týká zapojení pro regulaci rychlosti nebo polohy pohonu se synchronním trojfázovým motorem napájeným z přímého či nepřímého polovodičového měniče frekvence.

Dosud známá zapojení pro regulaci rychlosti nebo polohy synchronního motoru používají pro snímání polohy a rychlosti čidel mechanicky spojených s hřídelem motoru. Čidla montovaná na motoru zvětšují celkový moment setrvačnosti a činí potíže při montáži a údržbě. Přitom údaje o skutečné poloze a rychlosti motoru jsou pro regulační obvody potřebné, aby pohon byl optimálně řízen.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení pro regulaci rychlosti nebo polohy synchronního motoru podle vynálezu, jehož podstatou je, že trojfázový synchronní motor je připojen na výstup měniče frekvence, přičemž v přívodu k synchronnímu motoru je zapojeno čidlo trojfázového proudu. Výstup z čidla trojfázového proudu je připojen jednak na zpětnovazební vstup obvodu regulátoru trojfázového proudu a jednak na trojfázový vstup obvodu přímé transformace trojfázového na dvoufázový systém. Výstup z obvodu přímé transformace trojfázového na dvoufázový systém je připojen na vstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy, přičemž rychlostní výstup z obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy je spojen se zpětnovazebním rychlostním vstupem obvodu regulace rychlosti a polohy.

Polohový výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy je zapojen na zpětnovazební polohový vstup obvodu regulace rychlosti a polohy, přičemž na jeho řídicí vstup je připo-

jen obvod zadání polohy. Výstup obvodu regulace rychlosti a polohy je spojen s řídicím vstupem obvodu zpětné transformace dvoufázového na trojfázový systém, a výstup obvodu zpětné transformace je spojen s řídicím vstupem obvodu regulátoru trojfázového proudu. Výstup z obvodu regulátoru trojfázového proudu je spojen se vstupem měniče frekvence. Polohový výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy je dále zapojen na polohový vstup obvodu přímé i zpětné transformace systému. Předností uvedeného zapojení je získání signálů skutečného hodnoty rychlosti a polohy rotoru synchronního motoru nepřímo z okamžitých veličin trojfázového proudu použitím obvodů pro přímou a zpětnou transformaci trojfázového na dvoufázový systém a obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy. Tím je odstraněna nutnost použití přímých čidel rychlosti a polohy. Další výhodou uvedeného zapojení je optimální regulace synchronního motoru z hlediska energetických ukazatelů jako $\cos \varphi = 1$ (nebo kapacitní), optimální účinnost a optimální dynamické vlastnosti pohonu.

Na výkresu je nakresleno zapojení regulačních obvodů pro regulaci rychlosti a polohy trojfázového synchronního motoru napájeného z měniče frekvence.

Trojfázový synchronní motor 1 je napájen z tranzistorového nebo tyristorového měniče frekvence 2 a v přívodu k motoru 1 je umístěno čidlo okamžité hodnoty trojfázového proudu 8, jež je tvořeno třemi samostatnými čidly proudu 8¹, 8², 8³ zapojenými v každé fázi motoru. Výstup z čidla trojfázového proudu 8 je zapojen jednak na zpětnovazební vstup obvodu regulátoru proudu 3 a jednak na trojfázový vstup obvodu přímé transformace 4 trojfázového na dvoufázový systém. Výstup obvodu přímé transformace 4 trojfázového na dvoufázový systém je připojen na vstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy 6, jež má dva výstupy. Jeho rychlostní výstup je připojen na rychlovazební vstup obvodu regulace rychlosti a polohy 7, kdežto jeho polohový výstup je spojen se zpětnovazebním polohovým vstupem obvodu regulace rychlosti a polohy 7.

Žádaná hodnota polohy je zadávána z obvodu zadání polohy 2. Vstupní signál z obvodu regulace rychlosti a polohy 7 přichází na řídicí vstup obvodu zpětné transformace 5 dvoufázového na trojfázový systém. Zpětně přetransformované signály žádané hodnoty trojfázového proudu na výstupu obvodu zpětné transformace 5 dvoufázového na trojfázový systém jsou zavedeny na řídicí vstup obvodu regulátoru trojfázového proudu 3, který má tři samostatné regulátory 31, 32, 33. Výstupními signály z obvodu regulátoru trojfázového proudu 3 je řízen měnič frekvence 2. Polohový výstup z obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy 6 vstupuje dále do obvodů přímé 4 a zpětné 5 transformace trojfázového na dvoufázový systém jsou tvořeny permanentními pamětmi 41, 42, 43; 51, 52, 53, v nichž se číslicový údaj o poloze rotoru ϑ synchronního motoru 1 převádí na trigonometrické funkce $\cos \vartheta$, $\cos(\vartheta - 2\pi/3)$, $\cos(\vartheta + 2\pi/3)$, $\sin \vartheta$, $\sin(\vartheta - 2\pi/3)$, $\sin(\vartheta + 2\pi/3)$. Načež tyto funkční hodnoty signálu přicházejí do číslicově analogových násobících převodníků 44, 45, 46; 54, 55, 56 a současně též do 47, 48, 49; 57, 58, 59, v nichž se uskutečňuje násobení trigonometrické funkce fázovým proudem v případě přímé transformace systému, anebo žádanou hodnotou vektoru proudu, to je výstupním signálem z obvodu regulace rychlosti a polohy 7, v případě zpětné transformace systému podle rovnic:

Pro přímou transformaci trojfázového na dvoufázový systém

$$\begin{aligned} i_d &= k_d [i_a \cos \vartheta + i_b \cos(\vartheta - 2\pi/3) + i_c \cos(\vartheta + 2\pi/3)] \\ i_q &= -k_q [i_a \sin \vartheta + i_b \sin(\vartheta - 2\pi/3) + i_c \sin(\vartheta + 2\pi/3)], \end{aligned}$$

pro zpětnou transformaci dvoufázového na trojfázový systém

$$\begin{aligned} i_a &= 2/3 \, 1/k_d (i_d \cos \vartheta) - 2/3 \, 1/k_q (i_q \sin \vartheta) \\ i_b &= 2/3 \, 1/k_d [i_d \cos(\vartheta - 2\pi/3)] - 2/3 \, 1/k_q [\sin(\vartheta - 2\pi/3)] \\ i_c &= 2/3 \, 1/k_d [i_d \cos(\vartheta + 2\pi/3)] - 2/3 \, 1/k_q [\sin(\vartheta + 2\pi/3)] \end{aligned}$$

Přičemž $i_d/i_q = \tan(\varphi + \beta)$,

kde $\varphi + \beta = 0$ nebo konstanta, $\beta = \text{zátěžný úhel}$

$k_d = k_q = \text{konstanta.}$

Na vstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy 6 přichází výstupní signál z obvodu přímé transformace 4 trojfázového na dvoufázový systém. Signál vstupuje do regulátoru podélné složky proudu 61. Výstup regulátoru podélné složky proudu 61 je spojen se vstupem členu absolutní hodnoty 62 a současně se vstupem komparátoru 63. Výstupním signálem členu absolutní hodnoty 62 se řídí napětím řízený oscilátor 64. Impulzy z napětím řízeného oscilátoru 64 přicházejí na vstup obousměrného čítače 65. Směr čítání obousměrného čítače 65 se řídí výstupním signálem z komparátoru 63. Frekvence impulsů na výstupu napětím řízeného oscilátoru 64 je úměrná rychlosti synchronního motoru 1 a výstupní napětí komparátoru 63 udává směr otáčení motoru 1. Výstup obousměrného čítače 65 pak udává v číslicové formě polohu rotoru synchronního motoru 1. Nulování obousměrného čítače 65 se provádí signálem od nulové polohy rotoru, např. při průchodu indukovaného napětí fáze a nulou. Signál o poloze vstupuje do obvodu regulace rychlosti a polohy 7 a přichází na vstup číslicově analogového převodníku polohy 75 a pak na vstup regulátoru polohy 71 spolu se signálem žádané hodnoty polohy z obvodu zadání polohy 9. Po zpracování výstupního signálu z regulátoru polohy 71 v optimalizačním členu 72 vstupuje signál do regulátoru rychlosti 73, přičemž skutečná hodnota signálu rychlosti přichází do regulátoru rychlosti 73 z číslicově analogového převodníku rychlosti 76. Po omezení výstupního signálu z regulátoru rychlosti 73 v omezovači žádané hodnoty proudu 74 přichází výstupní signál z omezovače 74 na výstup obvodu regulace rychlosti a polohy 7 jako žádaná hodnota vektoru proudu.

Při konkrétní realizaci zapojení je možné některé části nebo všechny řídicí a regulační obvody řešit jako číslicové pomocí mikroprocesoru. Vyřadí-li se z činnosti regulátor polohy 71 a na vstup regulátoru rychlosti 73 se připojí žádaná hodnota rychlosti, zapojení slouží jako regulační pohon s regulací rychlosti.

Uvedeného zapojení je rovněž možno použít pro všechny elektrické stroje synchronního typu točivé i s lineárním pohybem, buzené, s pamětními magnety i pro reakční a krokové motory. Kromě trojfázového motoru je možno použít i jiný počet fází m , použije-li se obvodů přímé a zpětné transformace m fázového na dvoufázový systém.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení pro regulaci rychlosti nebo polohy synchronního motoru s polovodičovým měničem frekvence s regulátorem trojfázového proudu, s nadřazenými regulátory rychlosti nebo polohy a s obvody přímé a zpětné transformace trojfázového na dvoufázový systém, vy-

značeného tím, že trojfázový synchronní motor (1) je připojen na výstup trojfázového měniče frekvence (2), přičemž v přívodu k synchronnímu motoru (1) je zapojeno čidlo trojfázového proudu (8), obsahující tři samostatná jednofázová čidla proudu (81, 82, 83) zapojená v každé fázi synchronního motoru (1), a že výstup z čidla trojfázového proudu (8) je připojen jednak na zpětnovazební trojfázový výstup obvodu regulátoru trojfázového proudu (3), a jednak na trojfázový vstup obvodu přímé transformace (4) trojfázového na dvoufázový systém, a že výstup obvodu přímé transformace (4) trojfázového na dvoufázový systém je spojen se vstupem obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6), přičemž amplitudový i znaménkový rychlostní výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6) je po řadě spojen s amplitudovým a znaménkovým zpětnovazebním rychlostním vstupem obvodu regulace rychlosti a polohy (7) a polohový výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6) je zapojen na zpětnovazební polohový vstup obvodu regulace rychlosti a polohy (7), přičemž řídicí polohový vstup obvodu regulace rychlosti a polohy (7) je spojen s obvodem zadání polohy (9), a že výstup obvodu regulace rychlosti a polohy (7) je spojen s řídicím vstupem obvodu zpětné transformace (5) dvoufázového na trojfázový systém, přičemž trojfázový výstup obvodu zpětné transformace (5) dvoufázového na trojfázový systém je spojen s trojfázovým řídicím vstupem obvodu regulátoru trojfázového proudu (3) a trojfázový výstup obvodu regulátoru trojfázového proudu (3) je spojen s trojfázovým vstupem měniče frekvence (2), a že polohový výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6) je dále zapojen na polohový vstup obvodu přímé transformace (4) trojfázového na dvoufázový systém a na polohový vstup obvodu zpětné transformace (5) dvoufázového na trojfázový systém.

2. Zapojení pro regulaci rychlosti a polohy synchronního motoru podle bodu 1, vyznačené tím, že výstup z obvodu přímé transformace (4) trojfázového na dvoufázový systém spojený se vstupem obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6) je zapojen na vstup regulátoru podélné složky proudu (61), výstup regulátoru podélné složky proudu (61) je zapojen jednak na vstup členu absolutní hodnoty (62), a jednak na vstup komparátoru (63), přičemž výstup členu absolutní hodnoty (62) je spojen se vstupem napětím řízeného oscilátoru (64) a že výstup napětím řízeného oscilátoru (64) je připojen na čítací vstup obousměrného čítače (65) a současně na amplitudový rychlostní výstup obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6), přičemž výstup komparátoru (63) je spojen se směrovým vstupem obousměrného čítače (65) a současně je spojen se znaménkovým rychlostním výstupem obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6), zatímco výstup obousměrného čítače je polohovým výstupem obvodu pro vyhodnocení rychlosti a polohy (6), přičemž vstup pro nulování obousměrného čítače (65) je spojen s výstupem snímače nulové polohy rotoru.

