



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

248 339

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 07 03 85
(21) PV 1624-85

(51) Int. Cl.
H 02 P 1/26

(40) Zveřejněno 12 06 86
(45) Vydáno 01 08 88

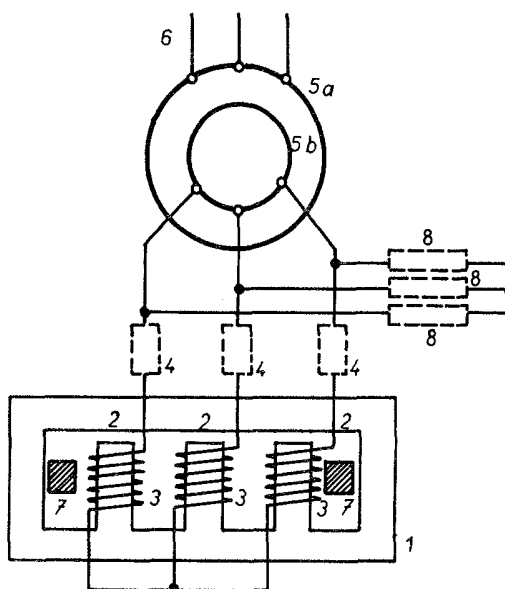
(75)
Autor vynálezu

LEDR ZDENĚK ing. CSc.,
ZAJÍC VLADIMÍR ing., PRAHA

(54)

Indukční rotorový spouštěč asynchronního
kroužkového motoru

Řešení se týká indukčního rotorového spouštěče, který umožňuje samočinný rozběh asynchronního kroužkového motoru. Spouštěč je tvořen magnetickým lištěným obvodem trojfázové tlumivky s pěti sloupky. Na každém ze tří vnitřních sloupků je umístěno vinutí jedné fáze trojfázové tlumivky. Vinutí všech tří fází této tlumivky jsou vzájemně zapojena do hvězdy. Vnitřní sloupky magnetického obvodu jsou obklopeny závitem nakrátko a jsou opatřeny vzduchovou mezerou. Vinutí všech tří jsou připojena k rotorovému vinutí stroje. Závit nakrátko může být proveden z trubky pro průchod chladicí kapaliny.



Vynález se týká indukčního rotorového spouštěče umožňujícího samočinný rozběh asynchronního kroužkového motoru.

Je znám indukční rotorový spouštěč sestávající v každé fázi z paralelního řazení prvního činného odporu se sériovou kombinací tlumivky a druhého činného odporu. Tato tlumivka je buď vzduchová, tj. reaktor, nebo s magnetickým listěným obvodem. V dalším bude tento indukční rotorový spouštěč označen jako spouštěč prvního typu.

Je také znám indukční rotorový spouštěč, sestávající v každé fázi z tlumivky, jejíž magnetický obvod není listěný, ale plný, nebo je složený ze silných železných desek. Ztráty v železe tohoto masivního magnetického obvodu se dají nahradit ztrátami ve fiktivním činném odporu, paralelně připojeném ke každé fázi vinutí tlumivky. Náhradní schéma uvedeného indukčního spouštěče, označeného jako spouštěč druhého typu, je stejné jako schéma indukčního rotorového spouštěče prvního typu, avšak druhý činný odpor je u indukčního spouštěče druhého typu dán činným odporem vinutí každé fáze tlumivky, nebo je to samostatný přístroj.

Účelem obou zmíněných typů indukčních rotorových spouštěčů je změnit náhradní schéma kroužkového asynchronního motoru na náhradní schéma podobné náhradnímu schéma dvouklecového asynchronního motoru soustavy Boucherotovy, který se vyznačuje velkým záběrným momentem, menším momentem zvratu a menším záběrným proudem proti kroužkovému asynchronnímu motoru spouštěnému přímo bez použití jakéhokoliv rotorového spouštěče. Průběh momentu motoru je pak na otáčkách jen málo závislý.

Oba popsané typy indukčních rotorových spouštěčů mají své nevýhody. U spouštěče prvního typu, který se dá vcelku dobře po výpočtové stránce navrhnout včetně výpočtu indukčním spouštěčem docílené momentové charakteristiky $M = f(n)$ motoru, vznikají obtíže v tom smyslu, že v zařízeních umístěných v prostorech s nebezpečím výbuchu, musí být první i druhý činný odpor, jakož i vzduchový reaktor provedeny v nevýbušném závěru, což vyžaduje velký prostor.

U indukčního rotorového spouštěče druhého typu, využívajícího ztráty v železe masivního magnetického obvodu, je značně obtížné vypočítat spolehlivě momentovou charakteristiku $M = f(n)$ motoru, a je proto nutné teprve podle provedených zkoušek upravovat parametry tlumivky, což není vždy snadné.

Uvedené nedostatky jsou odstraněny indukčním rotorovým spouštěčem asynchronního kroužkového motoru podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na magnetickém listěném obvodu trojfázové tlumivky s pěti sloupky je na každém ze tří vnitřních sloupků umístěno vinutí jedné fáze trojfázové tlumivky. Vinutí všech tří fází této tlumivky jsou vzájemně zapojena do hvězdy, tři vnitřní sloupky magnetického obvodu jsou obklopeny závitem nakrátko a jsou opatřeny vzduchovou mezerou. Vinutí všech tří fází jsou připojena k rotorovému vinutí asynchronního kroužkového motoru, jehož statorové vinutí je spojeno s trojfázovou sítí. Podstatou vynálezu dále je, že závit nakrátko je proveden z trubky pro průchod chladicí kapaliny.

Výhodou uvedeného indukčního rotorového spouštěče je, že nepotřebuje dva samostatné odporníky, čímž je jednodušší a je méně náročný na prostor. Tam, kde se žádá několik spouštěcích stupňů, jako například u těžních strojů s asynchronním kroužkovým motorem, je možné řadit indukční spouštěče jako samostatné moduly do série a vyřazovat je příslušným stykači. Přitom i druhý odporník bude mít stejný počet stupňů řazených do série jako bude počet stupňů jednotlivých modulů.

Na připojeném výkresu je na obr. 1 naznačen příklad trojpólového indukčního rotorového spouštěče asynchronního kroužkového motoru podle vynálezu a na obr. 2 je pro lepší názornost

jeho jednopólové schéma. Na obr. 3 je v magnetickém pětisloupkovém obvodu naznačen průběh magnetického toku Φ_3 třetí harmonické bez dalších magnetických toků konfázových lichých harmonických dělitelných třemi.

Magnetický listěný obvod 1 trojfázové tlumivky s pěti sloupky má na třech vnitřních sloupcích, z nichž každý je opatřen vzduchovou mezerou 2, umístěno vinutí 3 vždy jedné fáze trojfázové tlumivky. Činný odpor každé fáze je znázorněn mimo vinutí 3 a je naznačen jako první odporník 4 čárkovaně, aby se tím vyznačilo, že se nejedná o zvláštní samostatnou součást.

Všechna vinutí 3 jsou spojena vzájemně do hvězdy a jsou připojena k rotorovému vinutí 5b asynchronního kroužkového motoru, jehož statorové vinutí 5a je připojeno k trojfázové síti 6. Vnitřní sloupky magnetického listěného obvodu 1 s vinutím 3 jsou obklopeny jedním společným závitem 7 nakrátko. Protože se v závitě nakrátko maří značný činný výkon, jehož hodnotě je úměrný točivý moment asynchronního kroužkového motoru, je možno závit 7 nakrátko provést z trubky protékané vodou, což umožňuje jeho chlazení. Přitom vzhledem k odizolování závitu 7 nakrátko od vinutí 3, jakož i pro nepatrné napětí v něm, nevznikají obtíže s odizolováním okruhu chladicí vody od země a chladicí voda nemusí být vodou destilovanou, tj. nevodivou, ale může zde být použito vody z vodovodu.

Do závitu 7 nakrátko se neindukuje proud účinkem trojfázového vinutí 3, protože v obr. 1 neznázorněné magnetické toky první harmonické všech tří fází jsou v každém okamžiku v rovnováze a jejich výsledná hodnota je nulová. Do závitu 7 nakrátko se však indukuje proud účinkem magnetického toku třetí harmonické a dalších lichých harmonických dělitelných třemi, které ve všech vnitřních sloupcích magnetického obvodu jsou konfázové. Na obr. 3 je znázorněn jen z nich největší, tj. magnetický tok Φ_3 třetí harmonické.

Jouleovy ztráty v závitě 7 nakrátko, které vznikají účinkem do něj indukovaných proudů lichých konfázových harmonických dělitelných třemi, je možné nahradit ztrátami ve fiktivním odporu připojeném paralelně k vinutí 3, přičemž každá fáze tohoto fik-

tivního odporu je označena jako druhý odporník 8 nakreslený též čárkovaně, aby se tím vyznačilo, že to není zvláštní samostatná součást.

V dále uvedeném popisu funkce značí použité symboly:

- Φ_3 - magnetický tok třetí harmonické
- I_3 - proud třetí harmonické v závitu 7 nakrátko
- U_3 - napětí třetí harmonické v závitu 7 nakrátko
- Z_3 - impedance třetí harmonické v závitu 7 nakrátko
- P_3 - Jouleova ztráta v závitu 7 nakrátko
- R_3 - činná složka impedance Z_3
- R_8 - fázová hodnota odporu druhého odporníku 8
- U_3 - fázové napětí třetí harmonické na druhém odporníku 8
- N_3 - počet závitů každé fáze vinutí 3
- U_2 - kroužkové sdružené napětí asynchronního kroužkového motoru v klidu
- f_1 - kmitočet trojfázové sítě 6
- f_2 - kroužkový kmitočet
- p - závitový převod
- n_3 - jeden závit jedné fáze náhradního zapojení do trojúhelníku

Z teorie je známo, že trojfázové vinutí, např. transformátoru, zapojené do hvězdy, neumožňuje přirozenou magnetizaci magnetického obvodu, která při sinusovém časovém průběhu napětí a magnetického toku vyžaduje nesinusový časový průběh magnetizačního proudu, což je dáno přirozenými vlastnostmi železa tvořícího magnetický obvod, tj. jeho sycením a hysterezí. Tento nesinusový časový průběh magnetizačního proudu by pak obsahoval liché harmonické proudy dělitelné třemi, o nichž je z teorie dále známo, že mají ve všech fázích v každém okamžiku stejný směr, čili jsou konfázové.

Při spojení vinutí 3 do hvězdy nemohou však tyto konfázové proudové složky vinutím 3 protékat, takže není proto splněna podmínka přirozené magnetizace a vznikne pak vnucená magnetizace, která se vyznačuje tím, že místo v magnetizačním proudu vzniknou nyní konfázové liché harmonické dělitelné třemi v magnetickém toku.

Právě tyto konfázové magnetické toky lichých harmonických dělitelných třemi, z nichž pro jednoduchost je uvažován jen tok Φ_3 třetí harmonické, jsou základem předloženého vynálezu.

Aby se magnetický tok Φ_3 stejného smyslu ve všech vnitřních sloupcích magnetického obvodu dobře uzavřel a nemusel procházet dlouhými vzduchovými cestami o velkém magnetickém odporu, je použit magnetický obvod s pěti sloupky, přičemž každým krajním sloupkem prochází tok o hodnotě $1,5 \cdot \Phi_3$, jak ukazuje obr. 3. Protože i hodnota $1,5 \cdot \Phi_3$ je malá proti hodnotě magnetického toku první harmonické, mohou být krajní sloupky menšího průřezu než sloupky vnitřní.

Závit 7 nakrátko obemyká tedy celkový magnetický tok $3 \cdot \Phi_3$, jak ukazuje obr. 3, čímž se do závitu 7 nakrátko indukuje napětí U_3 třetí harmonické a dalších konfázových lichých harmonických dělitelných třemi, zatím zanedbaných.

Napětí U_3 protlačí impedancí Z_3 závitu 7 nakrátko proud

$$I_3 = -\frac{U_3}{Z_3}$$

a v činné složce R_3 impedance Z_3 vznikne Jouleova ztráta

$$P_3 = R_3 \cdot I_3^2$$

Ta se dá převést na primární stranu myšleného transformátoru s třetí harmonickou v magnetickém toku jako ztráta ve fiktivním trojfázovém odporu označeném jako druhý odporník 8 s fázovou hodnotou R_8 , čili

$$P_3 = R_3 \cdot I_3^2 = 3 \cdot \frac{U_3'^2}{R_8},$$

kde U_3 je fázové napětí 3. harmonické, tj. napětí $U_3/3$, převedené v závitovém převodu $P = N_3/1$ na primární stranu.

Bude proto

248 339

$$U'_3 = -\frac{U_3}{3} \cdot \frac{N_3}{n_3},$$

kde N_3 je počet závitů každé fáze vinutí 3 a n_3 je jeden závit jedné fáze náhradního zapojení do trojúhelníku rovnocenný jednomu společnému závitů 7 nakrátko, kdy každá fáze tohoto náhradního zapojení do trojúhelníku by měla při vlastním magnetickém toku Φ_3 jen napětí $U_3/3$, když celkové napětí v závitů 7 nakrátko od od celkového magnetického toku $3 \cdot \Phi_3$ je U_3 .

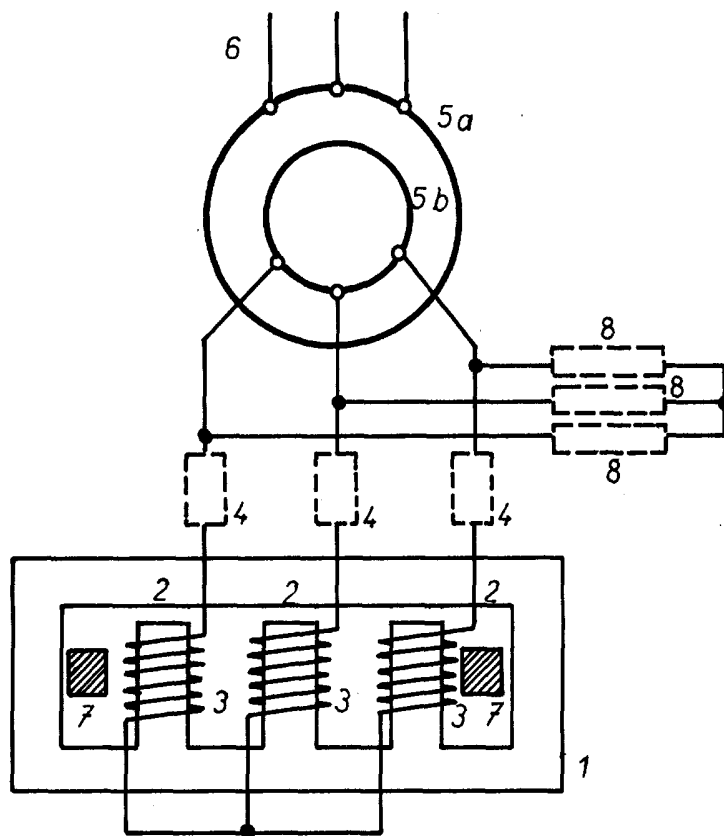
Vinutí 3 o počtu závitů N_3 má fázové rotorové napětí první harmonické, tj. napětí $U_2/\sqrt{3}$, tj. při skluzu $s = 1$, kdy kroužkový kmitočet $f_2 = s \cdot f_1 = 1 \cdot f_1$, tj. kmitočet f_1 trojfázové sítě 6. I při značném magnetickém přesycení, tj. při velké magnetické indukci první harmonické a při daném průřezu vnitřních sloupků, tj. při velkém magnetickém toku první harmonické, byla by reaktance vinutí 3 při počtu závitů N_3 veliká, a nemohla by proto z rotorového vinutí 5b asynchronního kroužkového motoru při fázovém napětí $U_2/\sqrt{3}$ první harmonické převzít rotorový proud, který je řádově rovný jmenovitému rotorovému proudu asynchronního kroužkového motoru a je potřebný pro vznik jmenovitého momentu.

Je proto nutné snížit hodnotu reaktance vinutí 3 zavedením vzduchové mezery 2 v každém vnitřním sloupku magnetického obvodu 1, při daném magnetickém toku první harmonické.

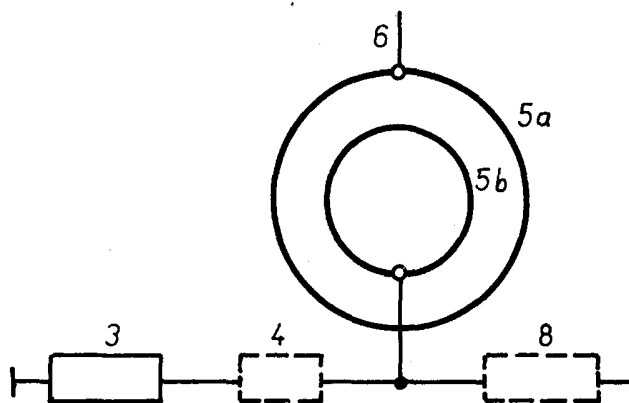
1. Indukční rotorový spouštěč asynchronního kroužkového motoru, vyznačený tím, že na magnetickém listěném obvodu (1) trojfázové tlumivky s pěti sloupky je na každém ze tří vnitřních sloupků umístěno vinutí (3) jedné fáze trojfázové tlumivky, vinutí (3) všech tří fází trojfázové tlumivky jsou vzájemně zapojena do hvězdy, tři vnitřní sloupky magnetického obvodu jsou obklopeny závitem (7) nakrátko a jsou opatřeny vzduchovou mezerou (2), přičemž vinutí (3) všech tří fází jsou připojena k rotorovému vinutí (5b) asynchronního kroužkového motoru, jehož statorové vinutí (5a) je spojeno s trojfázovou sítí (6).

2. Indukční rotorový spouštěč podle bodu 1, vyznačený tím, že závit (7) nakrátko je proveden z trubky pro průchod chladicí kapaliny.

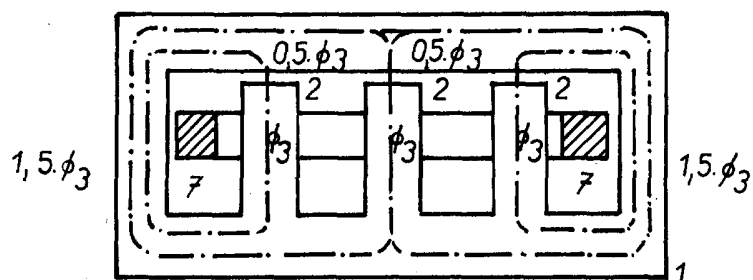
1 výkres



OBR. 1



OBR. 2



OBR. 3