

(19)



(10) **LT 4840 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

- (11) Patent numeris: **4840** (51) Int. Cl.⁷: **G01R 31/34**
- (21) Paraiškos numeris: **99-122**
- (22) Paraiškos padavimo data: **1999 10 05**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2001 04 25**
- (45) Patent paskelbimo data: **2001 09 25**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —
- (30) Prioritetas: —
- (72) Išradėjas:
Steponas GEČYS, LT
Algirdas JANICKIS, LT
Povilas KOSTRAUSKAS, LT
Gediminas RINKEVIČIUS, LT
- (73) Patent savininkas:
Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 3006 Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis:
Aurelija ŠIDLAUSKIENĖ, K. Būgos g. 29-1, 3000 Kaunas, LT

- (54) Pavadinimas:
Sinchroninės mašinos išilginės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas
- (57) Referatas:

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai ir gali būti naudojamas sinchroninių mašinų gamyboje bei eksploatacijoje jų elektromagnetiniams parametrams nustatyti. Sinchroninės mašinos išilginės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas pasižymi tuo, kad varžos reikšmę nustato iš įtampų ir joms atitinkančių srovių santykių, o išilginei sinchroninei induktyviajai varžai nustatyti išmatuoja fazės įtampą U , srovę I , elektrovarą E , galios faktorius kampą φ , kampą tarp srovės ir elektrovaros ψ ir kaip apvijos temperatūros funkciją aktyviąją varžą R , išilginę sinchroninę induktyviąją varžą x_d nustato pagal formulę:

$$X_d = \frac{E - U \cos(\psi - \varphi) - IR \cos \psi}{I \sin \psi}$$

Išilginės synchroninės induktyviosios varžos priklausomybė nuo mašinos magnetolaidžio įsotinimo nustatoma, keičiant elektrovaros E reikšmę.

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai ir gali būti naudojamas sinchroninių elektros mašinų gamyboje bei eksploatacijoje jų elektromagnetiniams parametrams nustatyti.

Žinomas sinchroninių mašinų išilginės sinchroninės induktyviosios varžos x_d nustatymo būdas iš tuščiosios veikos ir trumpojo jungimo charakteristikų (GOST 10169-77; 18.2.1. Mašinų električeskije trechfaznyje sinchronnyje. Metody ispytaniy. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-77 s.).

Šio būdo trūkumas tame, kad jis neįvertina sinchroninės mašinos inkaro aktyviosios varžos; taigi šio būdo tikslumas, nustatant vidutinės ir mažos galios sinchroninių mašinų išilginę sinchroninę induktyviają varžą, nepakankamas.

Žinomas sinchroninių mašinų išilginės sinchroninės induktyviosios varžos x_d nustatymo būdas mažu slydimu (GOST 10169-77; 18.3.3. Mašinų električeskije trechfaznyje sinchronnyje. Metody ispytaniy. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-77 s.).

Šio būdo esmė yra ta, kad tiriamosios sinchroninės mašinos rotorius su atjungta žadinimo apvija sukamas mažu slydimu. Tiriamosios sinchroninės mašinos gnybtų įtampa neturi viršyti 0,2 nominaliosios įtampos.

Šio būdo trūkumai yra tai, kad varžos x_d reikšmės nustato tik esant neišotintam magnetolaidžiui; šio būdo tikslumas yra nepakankamas,

kadangi x_d reikšmė apskaičiuojama iš dviejų apytikslių dydžių santykio

$$x_d = \frac{u_{max}}{i_{min}}, \quad (1)$$

kur u_{max} ir i_{min} – didžiausia inkaro įtampos ir mažiausia srovės reikšmės, nuskaitomos matavimo prietaisų skalėse arba oscilografo ekrane.

Žinomas išilginės sinchroninės induktyviosios varžos x_d nustatymo būdas pagal dažnines charakteristikas (ST SEV 1106-78; 25.1. Mašyny električeskije. Opredelenije parametrov po častotnym charakteristikam. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-65 s.).

Šis būdas realizuojamas, panaudojant sinusinių virpesių generatorių, elektromašininį stiprintuvą, nuolatinės srovės generatorių ir du operacinius stiprintuvus. Rotoriaus išilginė ašis sutapdinama su sinchroninės mašinos inkaro fazės magnetine ašimi. Varža x_d nustatomas iš dažninių charakteristikų skaitmeniniais arba grafiniais-analiziniais metodais.

Šio būdo trūkumai yra tai, kad reikalauja daug papildomos brangios įrangos, o jo tikslumas yra nepakankamas, kadangi varžos reikšmės nustatomos iš grafinės informacijos, kuri susieta su ekstrapoliavimo paklaidomis.

Artimiausias siūlomam būdai yra sinchroninių mašinų išilginė sinchroninės induktyviosios varžos x_d nustatymo būdas fazės pasukimui (ST SEV 1106-78; 17.2.2. Mašyny električeskije. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-65 s.).

Šis būdas realizuojamas, panaudojant trifazį fazės reguliatorių, kurio galia pakankamai didelė, kad galima būtų juo maitinti sinchroninę mašiną.

Nesuzužadintos sinchroninės mašinos rotorių suka nominaliaisiais apsisukimais sinchroniniu varikliu, o statoriaus apviją maitina trifaziu fazės reguliatorium, kurio įtampos dažnis lygus sinchroninio variklio įtampos dažniui. Trifazio fazės reguliatoriaus fazę suka tol kol sinchroninės mašinos fazės srovė tampa minimali (i_{min}), o įtampa – maksimali (u_{max}). Išilginė induktyvioji varža x_d nustatoma iš santykio

$$x_d = \frac{u_{max}}{i_{min}}. \quad (2)$$

Šio būdo trūkumai yra tai, kad varžos x_d reikšmes nustato iš dviejų apytikslių dydžių santykio; pagal išilginės sinchroninės induktyviosios varžos apibrėžimą (2) formulės skaitiklyje turi būti ne įtampa, bet elektrovara. Taigi šio būdo tikslumas yra nepakankamas. Būdo ekonomiškas yra žemas, nes jo realizavimui būtina turėti sinchroninį variklį ir trifazį fazės reguliatorių, kurių galia artima bandomosios sinchroninės mašinos galiai.

Išradimo tikslas yra padidinti išilginės sinchroninės induktyviosios varžos x_d nustatymo tikslumą ir ekonomišumą.

Šis tikslas pasiekiamas tuo, kad išmatuoja sinchroninės mašinos fazės srovę I , įtampą U , elektrovarą E , galios faktorių $\cos \varphi$, aktyviąją varžą R bei kampą ψ tarp srovės komplekso $\underline{I}$ ir elektrovaros komplekso $\underline{E}$. 1 figūroje pateikta vektorinė diagrama, kuri vaizduoja sinchroninės mašinos elektromagnetinių dydžių tarpusavio padėtį ir įgalina apskaičiuoti išilginę sinchroninę induktyviąją varžą x_d pagal formulę

$$x_d = \frac{E - U \cos(\psi - \varphi) - IR \cos \psi}{I \sin \psi}, \quad (3)$$

kur E – fazės elektrovara, U – fazės įtampa, I – fazės srovė, R – fazės aktyvioji varža, φ – kampas tarp srovės ir įtampos kompleksų, ψ – kampas tarp srovės ir elektrovaros kompleksų.

Šio būdo naujumas yra tai, kad esant minimaliai apkrautai aktyviaja apkrova sinchroninei mašinai, išmatuojama inkaro fazės elektrovara E . Tuo tikslu inkare sukrojama matavimo apvija, identiška inkaro fazės apvijai, kurios vijų skaičius w_M , o apvijos faktorius lygus inkaro fazės apvijos faktoriui. Elektrovaros reikšmė nustatoma pagal formulę

$$E = \frac{w}{w_M} U_M, \quad (4)$$

kur w – inkaro fazės vijų skaičius, U_M – matavimo apvijos išmatuota įtampa.

Būdas realizuojamas šitaip. Į bandomosios sinchroninės mašinos inkaro griovelius sukroja vienfazę matavimo apviją. Griovelių numeriai, į kuriuos kloja matavimo apviją, turi sutapti su pasirinktos inkaro fazės griovelių numeriais, o matavimo apvijos ričių konfigūracija turi atitikti pasirinktos inkaro fazės ričių konfigūraciją, ir matavimo apvijos ričių vijų skaičius turi būti proporcingas pasirinktos inkaro fazės atitinkamų ričių vijų skaičiui. Tai lemia matavimo apvijos ir inkaro fazės apvijų faktorių lygybę.

Elektrovaros komplekso modulis apskaičiuojamas pagal (4) formulę, o argumentas ψ_E nustatomas vektormetru. Inkaro fazės srovės komplekso modulis išmatuojamas ampermetru, o argumentas ψ_I - pagal vektormetro, į kurį paduodamas įtampas nuo etaloninės aktyviosios varžos, įjungtos nuosekliai į inkaro fazę, kritimo signalas, parodymą. Kampas tarp srovės ir elektrovaros kompleksų apskaičiuojamas

$$\psi = \psi_E - \psi_I. \quad (5)$$

Galios faktorių išmatuoja fazometru arba kitais matavimo prietaisais. Aktyviąją inkaro fazės varžą išmatuoja ommetru tuo pačiu metu, kaip ir visus sinchroninės mašinos elektromagnetinius dydžius; tai įgalina įvertinti aktyviosios varžos priklausomybę nuo apvijos išilimo.

Išilginės sinchroninės induktyviosios varžos priklausomybę nuo sinchroninės mašinos magnetolaidžio išotrinimo gauna, keičiant elektrovaros E reikšmę.

Būdo efektyvumas išbandytas Kauno technologijos universiteto Elektros mašinų laboratorijoje. Bandomosios trifazės sinchroninės mašinos techniniai parametrai: nominalioji galia $S_N=10,5$ kV·A, nominalioji fazinė įtampa $U_N=230$ V, nominalioji srovė $I_N=15,2$ A, nominalusis galios faktorius $\cos \varphi=0,80$, nominalusis dažnis $f_N=50$ Hz, polių porų skaičius $p=2$. Inkaro apvija viensluoksniė trupmeninė ($q=2,5$); fazės vijų skaičius $w=134$; matavimo apvijos vijų skaičius $w_M=5$.

Srovės komplekso argumentui ψ_I nustatyti nuosekliai pasirinktajai fazei prijungta etaloninė aktyvioji varža ($\Phi 5063-III1$), kurios leistina

maksimalioji srovė 10A, o nominalioji varža 0,01 Ω . Etaloninės varžos įtampos kritimo signalas paduotas į vektormetrą P56/1, kuris išmatuoja argumentą ψ_I . Elektrovaros kompleksui $\underline{E}$ nustatyti matavimo apvijos įtampos U_M signalas paduodamas į vektormetrą, kuris išmatuoja elektrovaros modulį E ir argumentą ψ_E . Kampas ψ nustatomas pagal (5) formulę. Gnybtų fazinė įtampa U , srovė I ir galios faktorius išmatuoti matavimo komplektu K506. Fazės aktyvioji varža išmatuota skaitmeniniu ommetru III34. Matavimų duomenys pateikti lentelėje:

R, Ω	1,150	1,150	1,145	1,140
U, V	220	200	150	100
E, V	236	210	160	108
I, A	4,15	3,73	2,60	1,950
φ	15,45°	10,81°	8,32°	7,60°
ψ	27,26°	26,0°	23,22°	20,30°
X_d	8,64	9,02	12,00	12,40

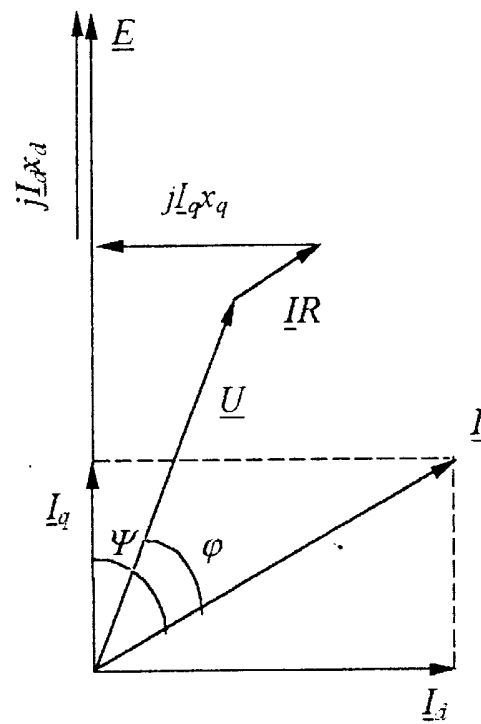
Iš pateiktos lentelės seka, kad mažėjant mašinos įsotinimui, varža x_d didėja. Vadinasi, šis būdas įgalina tiksliau įvertinti fazinės aktyviosios varžos R įtaką išilginei induktyviajai varžai x_d , nes aktyvioji varža nesusieta su mašinos apkrova. Šio būdo ekonomiškumą lemia tai, kad būdo realizavimui pakanka mažos apkrovos, priešingai negu prototipe.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Sinchroninės mašinos išilginės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas, pasižymintis tuo, kad varžos reikšmę nustato iš įtampų ir joms atitinkančių srovių santykių, besiskiriantis tuo, kad išilginei sinchroninei induktyviajai varžai nustatyti išmatuoja fazės įtampą U , srovę I , elektrovarą E , galios faktoriaus kampą φ , kampą tarp srovės ir elektrovaros ψ ir kaip apvijos temperatūros funkciją aktyviąją varžą R , išilginę sinchroninę induktyviąją varžą x_d nustato pagal formulę:

$$x_d = \frac{E - U \cos(\psi - \varphi) - IR \cos \psi}{I \sin \psi}.$$

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad išilginę sinchroninę induktyviąją varžą nustato įvairioms elektrovaros reikšmėms (įvairiems feromagnetiko įsotšinimams).



1 Fig.