

(19)



(10) **LT 4796 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patento numeris: **4796**

(51) Int. Cl.⁷: **G01R 31/34**

(21) Paraiškos numeris: **99-089**

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 07 20**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2001 01 25**

(45) Patento paskelbimo data: **2001 05 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:

**Liudmila ANDRIUŠIENĖ, LT
Algirdas DEGUTIS, LT
Artūras KALVAITIS, LT
Povilas KOSTRAUSKAS, LT
Rimantas Jonas MUKULYS, LT**

(73) Patento 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 skersinės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas

(57) Referatas:

Išradimas priklauso elektrotechnikos sričiai ir gali būti panaudotas sinchroninių mašinų gamyboje ir eksploatacijoje. Sinchroninės mašinos skersinės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas pasižymi tuo, kad varžos reikšmę nustato iš įtampų ir joms atitinkančių srovių santykių, o skersinei sinchroninei induktyviajai varžai nustatyti inkaro fazės srovės kompleksą sutapdina su inkaro tos pačios fazės elektrovaros kompleksu, išmatuoja fazės srovę I įtampą U , elektrovarą E , galios faktorių $\cos\varphi$ ir kaip apvijos temperatūros funkciją aktyviąją varžą R , skersinę induktyviąją varžą nustato pagal formulę. Skersinės sinchroninės induktyviosios varžos priklausomybė nuo magnetolaidžio įsotinimo nustatoma, keičiant elektrovaros E reikšmę.

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

Žinomas sinchroninių mašinų skersinės sinchroninės induktyviosios varžos x_q nustatymo būdas slydimu (žr. GOST 10169-77; 18.3 Mašynų električeskije trechfaznyje sinchronnyje. Metody ispytaniy. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-77s.), kurio esmė yra ta, kad tiriamosios sinchroninės mašinos rotorius sukamas mažu slydimu ($s \approx 0.01$) pašaliniu varikliu. Tiriamosios sinchroninės mašinos gnybtų įtampa neturi viršyti 0,2 nominaliosios įtampos.

Šio būdo trūkumai tame, kad jis įgalina nustatyti tik neįsotintos x_q varžos reikšmės, o varžos reikšmių tikslumas yra nepakankamas, kadangi x_q reikšmė apskaičiuojama iš dviejų apytikslių dydžių santykio:

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

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

Žinomas sinchroninių mašinų skersinės sinchroninės induktyviosios varžos x_q nustatymo būdas pagal dažnines charakteristikas (žr. ST SEV 1106-78; 26,1 Mašynų električeskije. Opredelenije parametrov po častotnym charakteristikam. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-65s.)

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

Šio būdo trūkumai tame, kad panaudojama daug papildomos brangios įrangos ir kad jo tikslumą riboja grafinė informacija (oscilogramos) bei kreivių ekstrapoliavimo paklaidos.

Artimiausias siūlomam būdai yra sinchroninių mašinų skersinės sinchroninės induktyviosios x_q nustatymo būdas aktyviosios apkrovos būdu (GOST 10169-77; 18.3.4 Mašynų električeskije trechfaznyje sinchronnyje. Metody ispytaniy. M.: Izdatelstvo standartov, 1984.-77s.), kurio esmė yra ta, kad apkrovus sinchroninį generatorių aktyviaja apkrova, kuri turi būti ne mažesnė už 0,5 nominaliosios apkrovos, o galios faktorius turi būti artimas nominaliajam, išmatuojama inkaro fazės aktyvioji varža R_a , gnybtų linijinė įtampa U , srovė I , galios faktorius $\cos \varphi$ bei apkrovos kampas δ . Varžą x_q apskaičiuoja:

$$x_q = \frac{U \sin \delta + \sqrt{3} I R_a \sin(\delta + \varphi)}{\sqrt{3} I \cos(\delta + \varphi)} \quad (2)$$

Šio būdo trūkumai tame, kad jis ekonomiškai neefektyvus, nes tenka sinchroninę mašiną apkrauti aktyviaja apkrova, kurios reikšmė nemažesnė už nominaliosios apkrovos pusę, o mažėjant kampui $\delta + \varphi$, aktyviosios varžos R_a įtaka x_q nustatyme tampa mažai apčiuopiama (žr. (2) formulę), vadinasi, ir būdo tikslumas nepakankamas.

Išradimo tikslas yra padidinti skersinės sinchroninės induktyviosios varžos x_q nustatymo ekonomiškumą ir tikslumą.

Šis tikslas pasiekiamas tuo, kad sinchroninės mašinos inkaro fazės srovės kompleksas sutapdinamas su tos pačios fazės elektrovaros kompleksu. 1 fig. pateikta vektorinė diagrama, kuri vaizduoja sinchroninės mašinos elektromagnetinių dydžių tarpusavio padėtį ir įgalina apskaičiuoti skersinę sinchroninę induktyviają varžą x_q , pasinaudojant formule:

$$x_q = \sqrt{\frac{U^2 + E^2 - 2UE \cos \varphi}{I^2} - R^2}, \quad (3)$$

kur, E - fazės elektrovara, U - fazės įtampa, I - fazės srovė, R - fazės aktyvioji varža, $\cos \varphi$ - galios faktorius.

Šio būdo naujumas yra tai, kad esant minimaliai apkrautai sinchroniniai mašiniai, išmatuojama inkaro fazės elektrovara E . Tuo tikslu inkare sukvojama 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 sukloja 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, o 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, argumentas Ψ_g nustatomas vektormetru. Inkaro fazės srovės komplekso modulis išmatuojamas ampermetru, o argumentas Ψ_I - pagal vektormetro, į kurį paduodamas įtampos nuo etaloninės aktyviosios varžos, įjungtos nuosekliai į inkaro fazę, kritimo signalas, parodymą. Sinchroninį generatorių apkrauna talpine apkrova taip, kad susilygina argumentai Ψ_g ir Ψ_I , t.y.:

$$\Psi_g = \Psi_I. \quad (5)$$

Galios faktorių išmatuoja fazometru ar kitais prietaisais. Aktyviają inkaro fazės varžą R išmatuoja ommetru tuo pačiu metu, kaip ir visus sinchroninės mašinos elektromagnetinius dydžius, tai įgalina įvertinti aktyviosios varžos priklausomybę nuo apvijos temperatūros.

Skersinės sinchroninės induktyviosios varžos priklausomybę nuo sinchroninės mašinos magnetolaidžio įsotinimo gauna, keičiant elektrovaros E reikšmę.

Būdo efektyvumas išbandytas Kauno technologijos universiteto Elektros mašinų laboratorijoje. Bandomosios sinchroninės mašinos techniniai parametrai: nominalioji galia $S_N = 10.5 \text{ kVA}$, nominalioji fazinė įtampa $U_N = 230 \text{ V}$, nominalioji srovė $I_N = 15.2 \text{ A}$, nominalusis galios faktorius $\cos \varphi_N = 0.80$, nominalusis dažnis $f_N = 50 \text{ Hz}$, polių porų skaičius $p = 2$. Inkaro apvija viensluoksnė trupmeninė ($q = 2.5$); fazės vijų skaičius $w = 134$; matavimo apvijos vijų skaičius $w_M = 5$.

Srovės komplekso argumentui Ψ_I nustatyti nuosekliai pasirinktai fazei prijungta etaloninė aktyvioji varža ($\Phi 5063\text{-III1}$), kurios maksimalioji srovė 10A, o nominalioji varža $0,01\Omega$. 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 E ir argumentą Ψ_E . Argumentai Ψ_I ir Ψ_E sulyginami, keičiant sinchroninės mašinos apkrovos pobūdį (keičiant talpinę varžą). Gnybtų fazinė įtampa U , srovė I ir galios faktorius išmatuoti matavimo kompleksu K 506. Fazės aktyvioji varža išmatuota skaitmeniniu ommetru III34. Matavimo duomenys pateikti lentelėje:

R, Ω	1,150	1,152	1,153	1,155
U, V	100	200	220	240
E, V	101,8	200,4	224	245
I, A	1,700	2,70	2,80	2,90
$\cos \varphi$	0,9960	0,9975	0,9980	0,9985
x_q, Ω	5,29	5,12	5,08	4,77

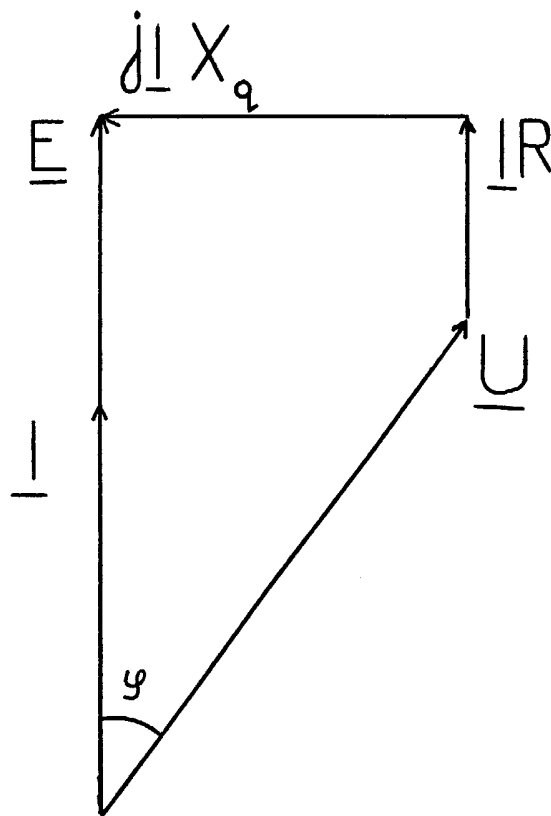
Iš pateiktos lentelės seka, kad didėjant mašinos įsotinimui varža x_q mažėja. Vadinasi, šis būdas įgalina tiksliau įvertinti fazės aktyviosios varžos R įtaką skersinei induktyviajai varžai x_q , nes aktyvioji varža nesusieta su mašinos apkrova (žr. (3)). Šio būdo ekonomiškumą lemia tai, kad būdo realizavimui pakanka mašinos pakamai mažos apkrovos, priešingai negu prototipe.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Sinchroninės mašinos skersinės sinchroninės induktyviosios varžos nustatymo būdas, pasižymintis tuo, kad varžos reikšmę nustato iš įtampų ir joms atitinkančių srovių santykių, besiskiriantis tuo, kad skersinei sinchroninei induktyviajai varžai nustatyti inkaro fazės srovės kompleksą sutapdina su inkaro tos pačios fazės elektrovaros kompleksu, išmatuoja fazės srovę I , įtampą U , elektrovarą E , galios faktorių $\cos \varphi$ ir kaip apvijos temperatūros funkciją aktyviają varžą R , skersinę sinchroninę induktyviają varžą nustato pagal formulę:

$$x_q = \sqrt{\frac{U^2 + E^2 - 2UE \cos \varphi}{I^2} - R^2}.$$

2. Būdas pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad skersinę sinchroninę induktyviają varžą nustato įvairioms elektrovaros reikšmėms (įvairiems feromagnetiko įsotinimams).



1 Fig.