



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00391

(22) Data de depozit: 06/07/2021

(41) Data publicării cererii:
29/11/2021 BOPi nr. 11/2021

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA,
STR.ALEXANDRU IOAN CUZA NR.13,
CRAIOVA, DJ, RO

(72) Inventatori:
• ENACHE SORIN, STR. I. GH. DUCA
NR. 18, BL. J34, SC. 1, AP. 12, CRAIOVA,
DJ, RO;
• VLAD ION, STR. A.L. CUZA NR. 44,
BL. 8D, SC. 1, AP. 10, CRAIOVA, DJ, RO;

• NICOLAE PETRE MARIAN,
STR.FILIP LAZĂR, NR.4, BL.F5, SC.1, ET.2,
AP.7, CRAIOVA, DJ, RO;
• ZLATIANU RADU,
STR. DR.VICTOR PAPIILLIAN, NR.13,
BL.B4, SC.1, AP.11, CRAIOVA, DJ, RO;
• NICOLAE MARIAN-ȘTEFAN,
STR. FILIP LAZĂR, NR.4, BL.F5, SC.1, ET.2,
AP.7, CRAIOVA, DJ, RO;
• COSTEA ION, STR.NANTERRE, NR.77,
BL.C2, SC.3, ET.3, AP.15, CRAIOVA, DJ,
RO;
• PRESURA RALUCA-CRISTINA,
STR.FILIP LAZĂR, NR.4, BL.F5, SC.1, ET.2,
AP.7, CRAIOVA, DJ, RO

(54) METODĂ PENTRU DETERMINAREA PARAMETRILOR
MOTOARELOR ASINCRONE CU ROTORUL ÎN
SCURTCIRCUIT PRIN MINIMIZAREA UNEI FUNCȚII
OBIECTIV

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de determinare a parametrilor motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit prin minimizarea unei funcții obiectiv. Metoda, conform invenției, cuprinde monitorizarea procesului tranzitoriu de pornire în gol a motorului asincron, memorarea, cu ajutorul unei plăci de achiziție de date, a valorilor curenților fazelor (**R** și **S**) măsurati cu ajutorul unor transformatoare de curent cu sonde Hall, a valorilor tensiunilor acelorasi faze, măsurate cu ajutorul unor blocuri de adaptare, a valorilor vitezei rotorului, măsurate cu un tahogenerator, sincronizarea momentului începerii achiziției cu momentul începerii procesului tranzitoriu fiind realizată cu un dispozitiv de sincronizare, iar pe baza curenților și vitezelor, determinate experimental și prin calcul, ale motorului asincron, este construită o funcție obiectiv, care va fi minimizată cu ajutorul unui algoritm de minimizare, punctul corespunzător acestui minim conținând valorile căutate ale parametrilor motorului asincron.

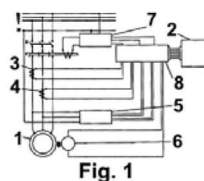


Fig. 1

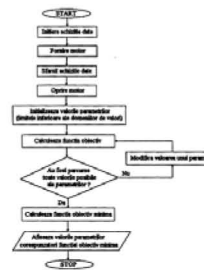


Fig. 2

Revendicări: 1
Figuri: 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	a 20 0391
Data depozit	06-07-2021

18

DESCRIEREA INVENȚIEI

METODĂ PENTRU DETERMINAREA PARAMETRILOR MOTOARELOR ASINCRONE CU ROTORUL ÎN SCURTCIRCUIT PRIN MINIMIZAREA UNEI FUNCȚII OBIECTIV

Invenția se referă la o metodă pentru determinarea parametrilor motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit (rezistențele, inductivitățile și momentul de inerție) printr-o încercare dinamică.

Se cunosc o serie de metode pentru determinarea parametrilor motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit:

- rezistența statorică se poate determina cu metoda voltmetrului și ampermetrului, metode în punte sau metoda comparației;
- rezistența rotorică se poate determina cu ajutorul datelor obținute la încercarea de scurtcircuit;
- inductivitatea de dispersie statorică se poate determina prin metoda rotorului scos;
- inductivitatea de dispersie rotorică se poate determina pe baza datelor obținute la încercarea de scurtcircuit;
- inductivitatea ciclică utilă se poate determina cu ajutorul datelor obținute la încercarea de mers în gol;
- momentul de inerție se poate determina prin metoda lansării, prin metoda oscilațiilor de torsiune sau cea a pendului oscilant.

Determinarea parametrilor cu aceste metode prezintă următoarele dezavantaje:

- sunt laborioase;
- este necesară efectuarea unui număr mare de încercări (minim cinci);
- necesită timp îndelungat pentru efectuarea încercărilor;
- necesită un consum energetic semnificativ;
- parametrii obținuți nu oferă o precizie ridicată pentru cazul simulării regimurilor dinamice.

Metoda, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate anterior prin aceea că necesită o singură încercare experimentală iar parametrii sunt determinați printr-o metodă de optimizare.

Astfel, metoda, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este simplu de realizat (o conectare directă la rețea);
- necesită efectuarea unei singure încercări experimentale față de cel puțin cinci în cazul utilizării metodelor clasice;



- încercarea are o durată extrem de redusă (este durata regimului tranzitoriu de pornire prin conectare directă la rețea);
- consumul energetic este nesemnificativ;
- parametrii obținuți cu aceasta metodă oferă o precizie ridicată a reproducerii regimurilor dinamice față de parametrii determinate prin metode clasice.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu fig. 1 și fig. 2, care reprezintă:

- fig. 1, schema electrică a montajului experimental;
- fig. 2, schema logică explicativă a metodei, ce ilustrează fazele etapelor metodei conform invenției.

Se prezintă detaliat etapele metodei.

Prima etapă constă în determinarea valorilor experimentale ale curenților și tensiunilor pentru două faze ale motorului și viteza rotorului, în timpul unei porniri în gol prin conectare directă la rețea (cu ajutorul schemei din fig. 1, inițial întreruptorul K și contactorul c fiind deschise).

Pentru aceasta se inițializează achiziția de date de către placa de achiziție de date 2.

Se pornește motorul 1, fără sarcină, prin cuplarea directă la rețea (se închid pe rând întreruptorul K, manual, și contactorul c, prin intermediul dispozitivului de sincronizare 7).

Se oprește achiziția de date și motorul la intrarea în turație.

Placa de achiziție memorează valorile experimentale ale curenților fazelor R și S (i_{Re}, i_{Se}), măsurăți cu ajutorul transformatoarelor de curent cu sonde Hall 3 și 4, valorile tensiunilor aceluiași faze (u_{Re}, u_{Se}), măsurate cu ajutorul blocului de adaptare 5, valorile vitezei rotorului, măsurate cu tahogeneratorul 6 (Ω_e). Toate semnalele sunt transmise către placa de achiziție de date prin intermediul blocului de conectare 8.

A doua etapă constă în determinarea valorilor simulate ale curenților fazelor R și S, respectiv a vitezei, pentru același regim dinamic și aceleași tensiuni de alimentare.

În acest scop se inițializează valorile parametrilor mașinii ($R_S, R_r', L_{s\sigma}, L_{r\sigma}, L_{sh}, J$) în domeniul de valori posibile și se integrează modelul matematic al motorului asincron cu rotorul în scurtcircuit la mers în gol. Curenții fazelor R și S, respectiv viteza rotorului, obținute prin integrare, se notează cu indice "c" (i_{Rc}, i_{Sc}, Ω_c). Modelul matematic utilizat în această situație este cel ce conține ecuațiile, în teoria celor două axe, ale tensiunilor și curenților, cu mărimi raportate și într-un referențial solidar cu statorul mașinii asincrone, la care



se adaugă ecuația de mișcare. Forma cea mai ușor de implementat pentru modelarea pe calculator este cea matriceală:

$$\begin{vmatrix} L_{sh} + L_{s\sigma} & 0 & L_{sh} & 0 & 0 \\ 0 & L_{sh} + L_{s\sigma} & 0 & L_{sh} & 0 \\ L_{sh} & 0 & L_{sh} + L'_{r\sigma} & 0 & 0 \\ 0 & L_{sh} & 0 & L_{sh} + L'_{r\sigma} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{J}{p} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i'_{dr} \\ i'_{qr} \\ \omega \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} u_{ds} - R_s i_{ds} \\ u_{qs} - R_s i_{qs} \\ -R'_r i'_{dr} - \omega \left[L_{sh} + L'_{r\sigma} \right] i'_{qr} + L_{sh} i_{qs} \\ -R'_r i'_{qr} + \omega \left[L_{sh} + L'_{r\sigma} \right] i'_{dr} + L_{sh} i_{ds} \\ \frac{3}{2} p L_{sh} (i_{qs} i'_{dr} - i_{ds} i'_{qr}) \end{vmatrix}$$

unde:

$$u_{ds} = u_{Re} \text{ și } u_{qs} = \frac{1}{\sqrt{3}} u_{Re} + \frac{2}{\sqrt{3}} u_{Se}.$$

Prin integrarea sistemului anterior se obțin i_{ds} , i_{qs} și ω , care se utilizează pentru calcularea curenților și vitezei rotorului:

$$i_{Rc} = i_{ds}, \quad i_{Sc} = -\frac{1}{2} i_{ds} + \frac{\sqrt{3}}{2} i_{qs}, \quad \Omega_c = \frac{\omega}{p}.$$

A treia etapă constă în minimizarea unei funcții obiectiv, dependentă de parametrii mașinii.

În acest scop se construiește apoi funcția obiectiv:

$$f(\bar{x}) = \int_0^{\max} \left[(i_{Re} - i_{Rc})^2 + (i_{Se} - i_{Sc})^2 + k(\Omega_e - \Omega_c)^2 \right] dt,$$

unde:

- $\bar{x} = (R_s, R'_r, L_{s\sigma}, L'_{r\sigma}, L_{sh}, J)$ este vectorul mărimilor necunoscute;

- $k=1 \div 2$ este o pondere aleasă convenabil de către programator (mai mare atunci când se dorește aproximarea mai exactă a curbei vitezei).

Funcția obiectiv anterioară se minimizează cu ajutorul metodei explorării exhaustive. În acest scop se repetă etapele doi și trei pentru toate valorile admisibile ale parametrilor.

Punctul corespunzător acestui minim conține valorile căutate ale parametrilor motorului asincron.

Fazele etapelor metodei, pentru cazul explorării exhaustive, sunt detaliate în schema logică din fig. 2.



REVENDICĂRI

1. Metoda pentru determinarea parametrilor motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit prin minimizarea unei funcții obiectiv, **caracterizată prin aceea că**, constă dintr-o primă etapă în care se determină valorile experimentale ale curenților (i_{Re}, i_{Se}) și tensiunilor (u_{Re}, u_{Se}) pentru două faze ale motorului și viteza rotorului (Ω_e), în timpul unei porniri în gol prin conectare directă la rețea, a doua etapă în care se determină valorile simulate ale acelorași curenți (i_{Rc}, i_{Sc}) și a vitezei (Ω_c), pentru același regim dinamic și aceleași tensiuni de alimentare, și o a treia etapă în care se compară valorile experimentale și cele măsurate ale curenților și vitezelor prin minimizarea unei funcții obiectiv, dependentă de parametrii mașinii ($R_s, R'_r, L_{s\sigma}, L'_{r\sigma}, L_{sh}, J$), valorii minime a acestei funcții (obținută prin repetarea controlată a etapelor doi și trei) îi corespund parametrilor căutați ai mașinii.



14

DESENE

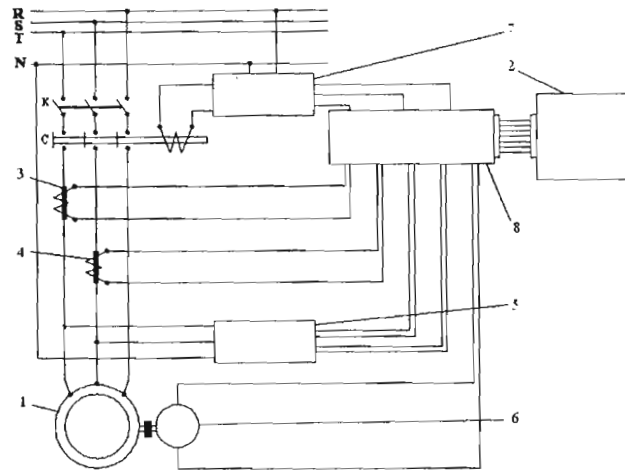


Fig. 1

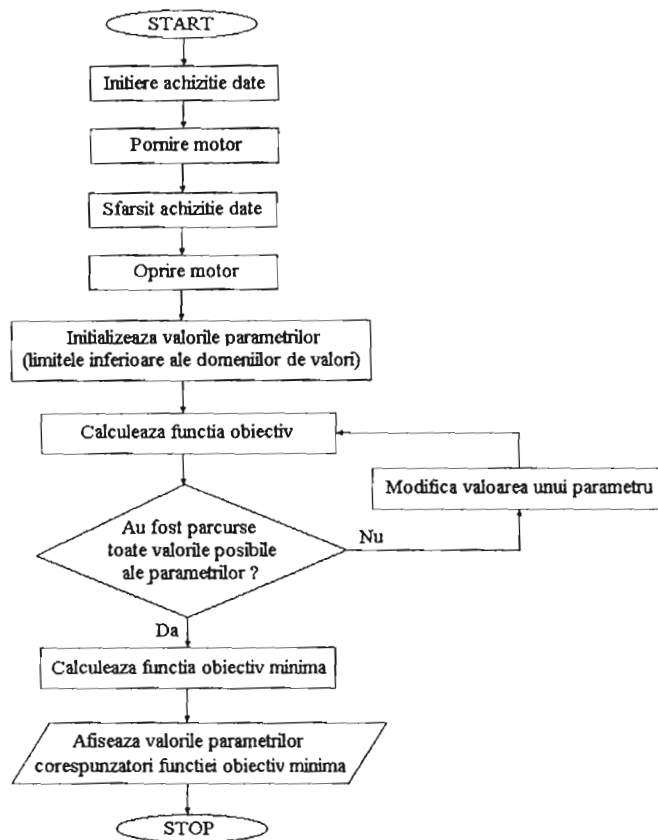


Fig. 2

Seu