



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2010 00630**

(22) Data de depozit: **21.07.2010**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29.11.2012** BOPI nr. **11/2012**

(41) Data publicării cererii:
30.06.2011 BOPI nr. **6/2011**

(73) Titular:
• **ICPE SAERP S.A., SPLAIUL UNIRII
NR. 313, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **RĂDULESCU VASILE,
CALEA 13 SEPTEMBRIE NR.113, BL.125,
SC.1, ET.3, AP.7, SECTOR 5, BUCUREȘTI,
B, RO;**
• **STRAINESCU IOAN, BD. TIMISOARA
NR. 23, BL. Z 2, AP. 5 SECT. 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **TUDOR EMIL,
STR. ALEXANDER VON HUMBOLDT NR. 5,
BL. V23A, SC.1, AP. 22, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;**

• **GHEORGHE SERGIU AUGUST,
CALEA VĂCĂREȘTI NR.182, BL.23, SC.A,
AP.19, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **LUPU VALENTIN, BL. F4, SC. A, ET.3,
AP. 34, COMUNA BERCA, BZ, RO;**
• **BOZAȘ FLORIN, STR.MAIOR EUGEN
POPESCU NR.11, SECTOR 6, BUCUREȘTI,
B, RO;**
• **MOROIANU LEONARD,
CALEA VĂCĂREȘTI NR.278, BL.68, SC.A,
AP.29, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **DASCĂLU ADRIAN,
STR. DOAMNA GHICA NR. 26, BL. 7, SC. 2,
AP. 29, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;**
• **ENACHE BENIAMIN, STR. CIOCHINA
NR. 4, BL. 10, SC. 2, ET.4, AP. 35,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**RO 106922 B1; RO 83578; US 6005362;
US 6670785 B1**

(54) **METODĂ ȘI ECHIPAMENT DE STAND ÎNCERCARE
INVERTOARE TRIFAZATE UTILIZATE ÎN TRACȚIUNEA
ELECTRICĂ CU MOTOARE ASINCRONE**



RO 126443 B1

1 Prezenta invenție se referă la o metodă și la un echipament de stand pentru
încercarea la probe de tip și de lot a invertoarelor trifazate utilizate în tracțiunea electrică
3 urbană și feroviară.

5 Se cunosc mai multe tipuri de standuri pentru încercarea invertoarelor trifazate, care
acționează motoare asincrone sau sincrone trifazate, dar care nu pot realiza toate probele
tip necesare sau investigarea unui motor nou.

7 Sunt cunoscute din stadiul tehnicii soluțiile prezentate de brevetele **RO 106922 B1**
și **RO 83578**, care descriu două tipuri de standuri utilizate pentru încercarea motoarelor elec-
9 trice trifazate, cu recuperare de energie. Cu ajutorul acestora, motoarele de încercat sunt
supuse unor probe de anduranță și fiabilitate, pentru durate mari de timp, de obicei la putere
11 și turație nominală. Dezavantajele acestora constau în faptul că nu permit și realizarea de
teste legate de funcționarea corectă a elementelor de comandă a motoarelor, iar energia de
13 intrare în motoarele de încercat este parțial recuperată.

15 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea testelor de tip și de
lot caracteristice invertoarelor trifazate, utilizate în tracțiunea electrică cu motoare asincrone
trifazate, cu recuperare de energie.

17 Metoda de încercare a invertoarelor trifazate, utilizate în tracțiunea electrică cu
motoare asincrone trifazate, care utilizează un stand de încercări acționat după o schemă
19 logică de comandă, conform invenției, înlătură dezavantajele prezentate mai sus prin aceea
că schema logică de comandă constă în parcurgerea următoarelor etape:

21 - se alimentează standul de încercări cu tensiune trifazată de forță pentru crearea
tensiunilor stabilizate necesare tuturor traductoarelor de măsură din dotarea standului;

23 - se alimentează cu tensiune de comandă blocurile de comandă și traductoarele din
stand, mai puțin invertorul de încercat;

25 - se alimentează cu tensiune de comandă toate blocurile de comandă, releele,
contactoarele, traductoarele de tensiune și de curent din cadrul echipamentului ce conține
27 invertorul de încercat;

29 - se închide un separator trifazat cu două poziții, astfel încât să alimenteze un rezistor
trifazat;

31 - se conectează un întrerupător trifazat și se crește treptat tensiunea de alimentare
până la o valoare ce nu depășește 1/4 din valoarea tensiunii nominale de intrare, după care
se variază treptat tensiunea de ieșire din invertorul de încercat;

33 - se deconectează întrerupătorul trifazat, iar separatorul trifazat cu două poziții se
trece pe poziția prin care se permite alimentarea unui motor asincron trifazat;

35 - se verifică dacă toate blocurile de comandă și traductoarele aferente invertorului de
încercat și ale unui alt invertor trifazat din stand sunt alimentate cu tensiune de alimentare
37 nominală, de către un bloc de diagnoză al standului;

39 - se efectuează probele de tip sau de lot indicate în specificația tehnică a invertorului
de încercat;

41 - în urma realizării probelor de tip sau de lot se înregistrează curenții, cu ajutorul unor
traductoare de curent conectate pe o fază de intrare, respectiv, pe două dintre fazele de
ieșire ale invertorului de încercat, și tensiunile, cu ajutorul unor traductoare de tensiune
43 aferente invertorului de încercat;

45 - se prelucrează informațiile obținute de la traductoarele de curent și de la
traductoarele de tensiune, cu ajutorul unui bloc de achiziții date, în scopul analizei
funcționării corecte a invertorului de încercat;

47 - la terminarea probelor de lot se redactează fișa cu probele efectuate de către un
bloc de înregistrare și raportare rezultate măsurători.

RO 126443 B1

Echipamentul de stand pentru încercarea invertoarelor trifazate utilizate în tracțiunea electrică, cu motoare asincrone trifazate, care aplică metoda de încercare a invertoarelor trifazate de mai sus, conform invenției, este constituit dintr-un întrerupător trifazat, care, în momentul închiderii, alimentează cu tensiune un autotransformator ce debitează pe un redresor trifazat, la ieșirea căruia se obține o tensiune continuă, cu care se alimentează un inverter trifazat de încercat și un alt inverter al echipamentului de stand, ce lucrează în opoziție, fiecare dintre cele două invertoare menționate acționând câte un motor asincron trifazat, cele două motoare fiind cuplate printr-un ax cardanic și un traductor de cuplu, fiecare motor fiind prevăzut cu un traductor de turație, comanda și funcționarea corectă a echipamentului fiind realizată prin intermediul unor blocuri de comandă, al unui bloc de diagnoză, al unui bloc de înregistrare și raportare măsurători, și al unui bloc de semnalizare a stării.	1
Avantajele invenției sunt următoarele:	13
- se asigură alimentarea și verificarea tuturor comenzilor date inverterului trifazat de încercat, inclusiv a traductoarelor utilizate de el, fără a se alimenta inverterul cu tensiunea de forță;	15
- se asigură alimentarea cu tensiune de comandă și de forță reglabilă în domeniul 0...900 Vcc, inverterul debitând pe o sarcină rezistivă la curenți inițiali mici, pentru verificarea integrității și funcționării corecte a inverterului trifazat, înainte de testarea finală;	17
- se verifică inverterul trifazat debitând pe un motor asincron sau sincron, în funcție de tipul acționării, la toate regimurile de funcționare: tracțiune, frânare electrică cu recuperare și, respectiv, frânare reostatică;	21
- se investighează motoarele, pentru determinarea parametrilor necesari acționării, în vederea întocmirii softului pentru comanda inverterului trifazat;	23
- standul poate asigura controlul tuturor mărimilor electrice de intrare și de ieșire, și, respectiv, măsurarea și afișarea lor, de obicei digitală, după dorință.	25
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...4, ce reprezintă :	27
- fig. 1, schema electrică de forță, pentru exemplificarea principiului de funcționare a standului de încercări;	29
- fig. 2, schema logică de funcționare a unei mașini de stare demonstrative cu trei stări;	31
- fig. 3, schema logică de funcționare a mașinii de stare pentru comanda standului, conform invenției;	33
- fig. 4, schema electrică de principiu de forță și comandă-reglare a standului de încercări, conform invenției.	35
În fig. 1 este prezentată schema de principiu de forță pentru exemplificarea metodei de realizare a standului de încercări, în cazul alimentării cu o tensiune de 3x400 Vca - 50 Hz, pentru o putere maximă de ieșire de 600 kW. Tensiunea trifazată 3 x 400 Vca - 50 Hz (fazele R, S, T) sau cu valoare mai mare (de exemplu, de 3 x 6.000 Vca - 50 Hz), prin intermediul unui întrerupător trifazat (sau contactor) 1, este aplicată unui autotransformator trifazat 2, cu prize de reglat tensiunea de ieșire, apoi unui redresor trifazat cu diode 3, și apoi tensiunea nominală continuă obținută, care poate avea valorile de: 600 Vcc, 750 Vcc, în funcție de tipul de inverter trifazat investigat (utilizat pentru acționarea troleibuzului, tramvaiului sau metroului), este aplicată, prin intermediul unui fuzibil 4, unui traductor de curent 5 și de tensiune 6, echipamentului ce conține inverterul de încercat 7.	37
	39
	41
	43
	45

RO 126443 B1

1 Invertorul trifazat **7** - realizat de obicei cu tranzistoare IGBT - conține cel puțin
următoarele componente: la intrare - un condensator **8**, un traductor de tensiune **9** și un
3 traductor de curent **10**, și la ieșire - două traductoare de curent fază **11** și **12**. Invertorul mai
conține un tranzistor IGBT **13** și un rezistor **14**, pentru realizarea frânei reostatice în regimul
5 de frânare.

Invertorul debitează pe un bloc achiziții date **15**, bazat pe un ansamblu trifazat de
7 senzori, și apoi, prin intermediul unui separator trifazat **16**, tensiunea trifazată debitată de
invertorul **7** este aplicată unui rezistor trifazat **17** sau unui motor de probă principal, ce
9 lucrează în regim de tracțiune trifazat asincron sau sincron **18**. Motorul de probă principal,
ce lucrează în regim de tracțiune **18**, printr-un ax cardanic **19** și un traductor de cuplu **20**,
11 antrenează un motor de probă secundar **21**, ce lucrează în regim de frână trifazat asincron
sau sincron. Ambele motoare au câte un traductor de turație **22** și **23**.

13 Motorul frână **21**, prin intermediul a două traductoare de curent de fază **24** și **25**,
debitează pe un echipament ce conține un alt invertor trifazat al standului **26**, care conține
15 și un sistem de frânare reostatică, realizat cu un tranzistor IGBT **27** și un rezistor de frânare
28. Echipamentul ce conține invertorul **26** debitează energia la intrarea fuzibilului termic **34**,
17 prin intermediul redresorului **29**, alimentând echipamentul ce conține invertorul de încercat
7, de la rețea luându-se doar energia de acoperire a pierderilor din stand.

19 În cazul în care invertorul de încercat **7** trece în regimul de frânare electrică, invertorul
trifazat al standului **26** și motorul standului **21** lucrează în regim de tracțiune, antrenând
21 motorul principal al standului **18**, ce lucrează acum în regim de generator.

În fig. 2 este prezentată schema ce conține convențiile utilizate în prezentarea
23 algoritmilor mașinilor de stare. Convențiile utilizate sunt următoarele:

25 *Generalități:* diagramele mașinilor de stare evidențiază stările evolutive, condițiile
pentru realizarea tranzițiilor între stări și acțiunile de efectuat cu ocazia tranzițiilor,
materializate de regulă prin modificarea variabilelor de ieșire ale mașinii.

27 Stările sunt descrise sub forma unor elipse care poartă în interior un text ce exprimă
denumirea și descrierea pe scurt a stării. Se indică, în fig. 2, un exemplu al unei mașini de
29 stare cu 3 stări.

31 *Tranzițiile de stare:* se exprimă prin intermediul unor arce de elipsă având o săgeată
direcționată spre starea următoare, iar originea arcului se află pe conturul stării din care
pleacă. Dacă există situația de a evolua din orice stare într-o singură stare, de exemplu, la
33 recepția unui stimul extern de prioritate mare, atunci tranziția se exprimă doar la starea
finală, printr-un segment scurt de dreaptă, cu săgeata pe conturul stării de destinație și cu
35 originea neprecizată. Dacă evoluția condusă de anumite condiții cere păstrarea stării, acest
lucru se reprezintă printr-un arc de elipsă aproape închis, având atât originea, cât și săgeata
37 de destinație pe starea staționară.

39 *Condiții evolutive:* sunt acelea care presupun modificarea stărilor, și se exprimă prin
expresii logice pe diagramă. De cele mai multe ori expresiile sunt de forma expresiilor
combinatoriale asupra operațiilor de tipul: ȘI logic: &, SAU logic: +, Negația:/ etc.

41 *Acțiunile tranziției:* au ca efect executarea unor acțiuni. Acestea se înscriu prin
caractere îngroșate, cuprinse între paranteze drepte. În cazul în care acțiunea nu presupune
43 nicio modificare a mărimilor de ieșire, aceasta înseamnă că se execută o acțiune nulă,
codată [null].

45 În fig. 3 este prezentată schema logică a mașinii de stare ce determină metoda de
comandă a standului. Prin comanda **pon** standul este alimentat cu tensiune trifazată de forță
47 și își creează tensiunile de 24 Vcc, +/- 15 Vcc, și alte tensiuni stabilizate, necesare traductoarelor

RO 126443 B1

de măsură din dotarea standului și a echipamentului de încercat. În acest fel standul se află în starea **FTO INACTIVĂ** atât timp cât sunt prezente toate tensiunile necesare de lucru ale standului (condiția $A_{0.0}$). 1 3

Dacă se dă comanda de pregătire a standului $A_{0.1}$, standul introduce verificarea de testare a tuturor echipamentelor și traductoarelor din stand, alimentând cu tensiunile de comandă toate blocurile componente ale standului, și dacă toate condițiile de funcționare sunt realizate, se trece în starea stabilă **FT1 PREGĂTITĂ**. Dacă sunt realizate condițiile prin comanda $A_{1.1}$, standul rămâne în starea **FT1**. Dacă una dintre condiții nu este realizată, se dă comanda $A_{1.0}$ de trecere a standului în starea **FTO INACTIVĂ**, pentru verificări. 5 7 9

Dacă standul este în starea **FT1 PREGĂTITĂ**, el poate fi utilizat pentru încercările inverterului trifazat. Pentru aceasta se fac toate legăturile electrice ale inverterului la standul de încercări, conform fig. 1, apoi se aplică comanda $A_{1.2}$ de alimentare cu tensiuni de comandă a inverterului trifazat, trecându-se în starea **FT2 ALIMENTARE COMENZI INV**. Dacă toate blocurile de comandă și traductoarele de curent și tensiune sunt alimentate corect, bucla $A_{2.2}$ menține stabilă starea **FT2**. În caz contrar, prin arcul $A_{2.1}$ se trece în starea **FT1**. 11 13 15

Dacă sosesc corect comenzile la traductoare și la blocurile de comandă ale inverterului, rezultă că sunt realizate corect legăturile electrice de comandă ale inverterului și, respectiv, blocurile de comandă, și traductoarele sunt funcționale. În continuare, prin comanda $A_{2.3}$ se asigură alimentarea cu tensiune scăzută a inverterului, acesta debitând pe o sarcină trifazată rezistivă. Apoi se crește tensiunea încet până la tensiunea nominală a inverterului. Dacă acesta funcționează corect, traductoarele de tensiune și curent din el arată corect, rezultă că bucla $A_{3.3}$ va menține starea stabilă **FT3 ALIMENTARE FORȚĂ PROBĂ INV**. În caz contrar, se trece în starea **FT2** prin arcul $A_{3.2}$, pentru remedierea inverterului sau pentru pregătirea de testare a inverterului la tensiunile de lucru, inverterul debitând ca sarcină pe motorul de tracțiune. 17 19 21 23

Din starea stabilă **FT2** se trece în starea **FT4 ALIMENTARE FORȚĂ NOMINALĂ**, prin comanda $A_{2.4}$. Dacă toate blocurile de comandă și traductoarele inverteoarelor și toate traductoarele standului sunt considerate bune de către blocul de diagnoză al standului, prin bucla $A_{4.4}$ starea **FT4** devine stabilă. Acum se pot alege tipurile de probe la care inverterul este supus. 25 27 29

În principiu, standul este utilizat pentru realizarea probelor de lot pentru inverter, și în acest caz se dă comanda $A_{4.5}$ prin care se trece în starea **FT5 PROBE LOT INV**. 31

În cadrul acestei stări, pot fi realizate încercările de lot pentru echipamentul ce conține inverterul de testat 7. Probele de lot minimale sunt prezentate în tabelul următor. 33

Tabel 35

Tensiunea nominală de alimentare	750 V	600 V	
Variația tensiunii de alimentare	500...900 V	400...720	37
Curentul maxim absorbit	450A	500A	
Tensiunea de ieșire trifazată nominală	0...3 x 420 Vca	0...3 x 420 Vca	39
Variația tensiunii de ieșire la $U_a=600... 900 V_{cc}$, $f= 50 \text{ Hz}$ și $I = 270 \text{ A}$	+/- 8%	+/-8%	41
Frecvența nominală a tensiunii de ieșire	50 Hz	50 Hz	

RO 126443 B1

Tabel (continuare)

1			
3	Variația frecvenței tensiunii de ieșire la $U_a=600\dots 900\text{ Vcc}$, $I = 270\text{ A}$ și $U_{ie}= 3 \times 420\text{ Va}$	+/-2 Hz	+/- 2Hz
5	Curentul nominal de ieșire pe fază	270 A	270 A
	Curentul maxim de ieșire	450 A	450 A
7	Frecvența tensiunii de ieșire trifazată pentru U_a $= 400\dots 900\text{ V}$	1...150 Hz	1...150 Hz
9	Tensiunea maximă reglată în regimul de frânare reostatică	900 V (+50...-30 V)	720 V (+30...-30 V)
11	Tensiunea maximă reglată pentru protecția la supratensiuni de alimentare U_{amax}	1180 V	900 V
13	Ondulația maximă de curent absorbit din rețea $\Delta I = (I_{max}-I_{min}) / (I_{max} + I_{min})$ la curentul nominal	10%	10%
15			
	Durata relativă de lucru, DA	100%	100%
17			

Pentru partea de comandă:

- 19 a. semnalele de intrare și ieșire logice din echipament sunt prezentate în schemele
electrice ale fiecărui echipament în parte, și fiecare are valoarea maximă a tensiunii de 30 V;
- 21 b. blocul de comandă poate transmite la bordul vehiculului cel puțin următoarele informații:
- 23 - tensiunea la linia de contact;
 - 23 - tensiunea zero la linia de contact;
 - 25 - informația contactor principal conectat;
 - 25 - informația de încărcare/descărcare a bateriei de acumulate;
 - 25 - informația de potențial periculos la caroseria troleibuzului.

27 După ce s-au efectuat probele de lot, prin comanda **A₅₋₈** se trece în starea stabilă **FT8**
RAPORTARE. În această stare sunt transmise, în scris și pe ecran, toate datele măsurate
29 și apoi, prin comanda **A₈₋₁**, se trece în starea stabilă **FT1**.

31 Tot din starea **FT4**, prin comanda **A₄₋₆**, se trece în starea **FT6 TESTE SPECIALE TIP**,
în care pot fi verificate anumite funcții speciale: funcționarea protecției la scurtcircuit și
funcționarea protecției de supratensiune de pe inverterul analizat, funcționarea corectă și completă
33 a blocului de diagnoză din inverterul testat; apoi datele sunt transmise, prin comanda **A₆₋₈**,
către starea stabilă **FT8**, pentru transferul vizual și prezentarea informațiilor în scris.

35 Din starea **FT4**, prin comanda **A₄₋₇** se pot determina datele principale ale unui motor
nou de investigat, utilizând un inverter testat. Datele minime ce pot fi determinate sunt: curentul
37 de magnetizare, caracteristica nominală cuplu-turație, caracteristica de cuplu pentru regimul
de slăbire de câmp.

39 În fig. 4 este prezentată schema electrică de principiu de forță și comandă-reglare a
standului de încercări. Schema electrică de principiu a standului este prezentată în fig. 1, fiind
41 prezentat și echipamentul ce conține inverterul de încercat pe stand 7. În fig. 4 numerotările
componentelor standului sunt aceleași până la poziția 34. În continuare sunt prezentate
43 elementele și subansamblurile echipamentului din stand.

RO 126443 B1

Blocul de alimentare 35 al echipamentului ce conține invertorul de încercat 7 este alimentat din stand cu tensiunea de 3 x 400 Vca, și acest bloc asigură alimentarea cu tensiunile de 24 Vcc, +/- 15 Vcc, +5 Vcc a blocului 36 de comandă al echipamentului ce conține invertorul de încercat 7 , și a tuturor traductoarelor din echipamentul ce conține invertorul de încercat 7 .	1 3
Blocul de alimentare stand 37 este alimentat, de asemenea, cu tensiunea de 3 x 400 Vca și, de asemenea, acest bloc asigură alimentarea cu tensiunile de 24 Vcc, +/-15 Vcc, +5 Vcc a blocului 38 de comandă a invertorului 26 , a blocului de comandă 39 a standului și a tuturor traductoarelor din echipamentul ce conține invertorul 26 , a traductoarelor și a senzorilor standului, precum și a blocurilor de diagnoză stand 40 și a instalației de înregistrare și raportare rezultate măsurători 41 .	5 7 9
Echipamentul de stand mai conține: un traductor de măsurare tensiune de intrare 42 , un contactor bifazat 43 ce introduce două rezistoare 44 și 45 , de limitare a curentului de magnetizare la conectarea autotransformatorului trifazat 2 , și un contactor trifazat 46 , care scurtcircuitează sistemul de limitare a curentului de magnetizare prezentat mai înainte.	11 13
Autotransformatorul trifazat 2 este alimentat cu tensiunea de 3 x 400 Vca - 50 Hz, și dă la ieșire tensiuni trifazate diferite, în funcție de comanda dată. Astfel, la alimentarea de probă a invertorului 7 de încercat, acesta dă la ieșire o tensiune mică, ce crește ușor, pentru verificarea funcționării corecte a invertorului, iar pentru probele de lot, speciale sau de investigare, dă la ieșire o tensiune corespunzătoare, astfel încât tensiunea continuă de la ieșirea redresorului 3 să fie cea de lucru pentru invertorul de încercat. Tensiunea de lucru este aplicată prin intermediul unei inductanțe 47 și al unui rezistor 48 invertorului de încercat 7 și, respectiv, printr-o inductanță 49 și un rezistor 50 , este aplicată invertorului din dotarea standului 26 .	15 17 19 21
Testele de lot pentru invertorul 7 cuprind practic două regimuri de investigat: regimul de tracțiune și, respectiv, cel de frânare electrică cu recuperare, și reostatică.	23
În regimul de tracțiune, invertorul de încercat 7 și motorul 18 , pe care el debitează, lucrează în regim de tracțiune, iar invertorul standului 26 și motorul care debitează pe el în regim de frânare electrică, energia de frânare recuperată fiind transmisă la bornele de ieșire din redresorul trifazat 3 . În acest fel, de la rețea se ia doar energia care acoperă pierderile din stand și invertorul de încercat, prin fuzibilul termic 34 .	25 27 29
În regimul de tracțiune, frecvența tensiunii trifazate de alimentare a motoarelor asincrone trifazate este modificată într-o gamă largă de frecvență (de exemplu, între 1 și 150 Hz, după cum se poate observa și din tabel). Acest lucru se realizează prin intermediul softului blocului de comandă al invertorului și, prin urmare, motorul asincron trifazat de tracțiune este comandat după fluxul rotoric sau statoric, cu tensiune și frecvență variabile, păstrând însă raportul U/f constant (deci flux constant prin motor). Relația $U/f=ct$ este valabilă de la pornire până la atingerea turației nominale (de obicei la $f=100$ Hz), după care tensiunea este constantă, iar fluxul scade pentru variația turației în gama de turație cuprinsă între turație nominală și turație maximă (de obicei 100...150 Hz).	31 33 35 37
Acest regim de lucru cu comandă după fluxul statoric sau rotoric (în funcție de schema utilizată de constructor) verifică buna funcționare a invertorului și se poate optimiza funcționarea lui. Se remarcă, de asemenea, că pentru întreaga gamă de variație a turației (de la pornirea tracțiunii până la turația maximă) energia este recuperată, de la rețea preluându-se doar pierderile din invertor și stand, cantitatea de energie recuperată fiind de circa 85%.	39 41 43
În regimul de frânare electrică, invertorul standului 26 și mașina electrică 21 lucrează în regim de tracțiune, iar mașina electrică 18 în regim de generator debitează pe invertorul de încercat 7 , ce lucrează în regim de frânare electrică, și energia de frânare este transmisă la bornele de ieșire ale redresorului trifazat 3 , prin intermediul fuzibilului termic 4 . Și în acest caz, de la rețea se ia doar energia electrică ce acoperă pierderile din stand.	45 47

RO 126443 B1

1 În cazul frânărilor cu recuperarea energiei și, respectiv, reostatică (ce se introduce
în cazul în care rețeaua de alimentare, de la linia de contact a tramvaiului, nu poate primi energia
3 de frânare, datorită tensiunii mari), energia de frânare este din nou recuperată în proporție
de circa 85%, prin intermediul tranzistorului **13** conectat în serie cu rezistorul **14**.

5 Frânărilor de recuperare a energiei, reostatică și mixtă, sunt verificate prin modelarea
tensiunii de ieșire din traductorul de tensiune **6**, conectat la intrarea în inverterul de încercat
7 **7**, astfel: pentru recuperarea energiei la frânare, tensiunea este modelată la circa 800...850 Vcc
(pentru rețeaua nominală de 750 Vcc); pentru verificarea frânării reostatice, tensiunea modelată
9 este de circa 1000...1050 Vcc, iar pentru frânarea mixtă, în gama dintre aceste tensiuni.

11 Inverterul de încercat **7** poate fi verificat în cadrul probelor de lot și la frânarea reostatică,
asigurând prin modelarea pe stand o tensiune maximă de lucru la bornele de ieșire din redresorul
trifazat **3**, căzînd care intră în funcțiune automat și frânarea reostatică, prin conectarea tranzistorului
13 IGBT **13** care debitează pe rezistorul de frânare reostatică **14**.

15 Pe tot parcursul funcționării, așa cum s-a arătat în prezentarea metodei de lucru a
standului din fig. 3, instalația de diagnoză a standului urmărește permanent funcționarea lui
corectă, și automat, atunci când apar anomalii, se trece în starea **FTO INACTIVĂ** și, în același
17 timp, transmite tot timpul informațiile de funcționare a standului la un bloc de semnalizare stare
51.

19 Pentru fiecare tip de probe, pe parcursul și la terminarea lor, blocul raportare vizuală
și grafică **41** transmite toate informațiile necesare în timpul testelor de lot, speciale sau de
21 investigare motor tracțiune.

23 Echipamentul conform invenției permite o informare completă asupra tuturor mărimilor
electrice de intrare și ieșire din inverterul încercat, inclusiv a tuturor traductoarelor de curent
și de tensiune din invertoare, cât și a traductorului de turație a motorului cuplat cu inverterul
25 încercat și, respectiv, a celui de frânare, a traductorului de cuplu dintre motoare etc.; totodată,
se poate realiza și testarea unui motor asincron nou, în vederea ridicării principalelor caracteristici
27 pentru proiectarea softului de comandă a invertoarelor ce vor utiliza noul tip de motor.

29 Energia luată de la rețea, în cazul invenției de față, este redusă - acoperind doar pierderile
din stand - întrucât o mare parte din energia de tracțiune este recuperată de stand la frânarea
electrică.

RO 126443 B1

Revendicări

1. Metodă de încercare a invertoarelor trifazate, utilizate în tracțiunea electrică cu motoare asincrone trifazate, ce utilizează un stand de încercări acționat după o schemă logică de comandă, **caracterizată prin aceea că** schema logică de comandă constă în parcurgerea următoarelor etape:
- se alimentează standul de încercări cu tensiune trifazată de forță, pentru crearea tensiunilor stabilizate necesare tuturor traductoarelor de măsură din dotarea standului (FT0 INACTIVĂ);
 - se alimentează cu tensiune de comandă blocurile de comandă și traductoarele din stand, mai puțin invertorul de încercat (7) (FT1 PREGĂTITĂ);
 - se alimentează cu tensiune de comandă toate blocurile de comandă, releele, contactoarele, traductoarele de tensiune și de curent din cadrul echipamentului ce conține invertorul de încercat (7) (FT2 ALIMENTARE COMENZI INV);
 - se închide un separator trifazat cu două poziții (16), astfel încât să alimenteze un rezistor trifazat (17);
 - se conectează un întrerupător trifazat (1) și se crește treptat tensiunea de alimentare până la o valoare ce nu depășește 1/4 din valoarea tensiunii nominale de intrare, după care se variază treptat tensiunea de ieșire din invertorul de încercat (7);
 - se deconectează întrerupătorul trifazat (1), iar separatorul trifazat (16) se trece pe poziția prin care se permite alimentarea unui motor asincron trifazat (18) (FT3 ALIMENTARE FORȚĂ PROBĂ INV);
 - se verifică dacă toate blocurile de comandă și traductoarele aferente invertorului de încercat (7) și ale unui alt invertor trifazat din stand (26) sunt alimentate cu tensiune de alimentare nominală, de către un bloc de diagnoză al standului (40) (FT4 ALIMENTARE FORȚĂ NOMINALĂ);
 - se efectuează probele de tip sau de lot indicate în specificația tehnică a invertorului de încercat (7);
 - în urma realizării probelor de tip sau de lot, se înregistrează curenții, cu ajutorul unor traductoare de curent (10, 11, 12) conectate pe o fază de intrare, respectiv, pe două dintre fazele de ieșire ale invertorului de încercat (7), și tensiunile, cu ajutorul unor traductoare de tensiune (6, 9) aferente invertorului de încercat (7);
 - se prelucrează informațiile obținute de la traductoarele de curent (10, 11, 12) și de la traductoarele de tensiune (6, 9) cu ajutorul unui bloc de achiziții date (15), în scopul analizei funcționării corecte a invertorului de încercat (7) (FT5 PROBE LOT INV);
 - la terminarea probelor de lot se redactează fișa cu probele efectuate de către un bloc de înregistrare și raportare rezultate măsurători (41) (FT8 RAPORTARE).
2. Metodă conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că**, după terminarea probelor de tip sau de lot, se pot executa teste speciale prin intermediul cărora pot fi verificate anumite funcții speciale ale invertorului de încercat (7), cum ar fi: funcționarea protecției la scurtcircuit sau funcționarea protecției la supratensiune (FT6 TESTE SPECIALE TIP).
3. Metodă conform revendicării 2, **caracterizată prin aceea că**, după terminarea probelor de tip sau de lot, se pot executa teste speciale, prin intermediul cărora poate fi încercat un motor asincron trifazat, pentru determinarea parametrilor lui electrici statici și dinamici, în vederea introducerii acestora în softul de acționare a invertorului trifazat (7) (FT7 INVESTIGARE MOTOR TRACȚIUNE).

RO 126443 B1

1 4. Metodă conform revendicării 3, **caracterizată prin aceea că**, pentru acționarea
schemei de forță, se parcurg următoarele etape:

3 - se alimentează standul de încercări, prin închiderea unui întrerupător trifazat (1),
cu o tensiune alternativă trifazată nominală 3x400 Vca, de frecvență nominală 50 Hz, care
5 se aplică apoi unui autotransformator trifazat (2), cu prize de reglaj a tensiunii de ieșire, și,
în continuare, unui redresor trifazat cu diode (3);

7 - se aplică tensiunea nominală continuă, obținută la ieșirea redresorului (3), prin intermediul
unui fuzibil (4), al unui traductor de curent (5) și de tensiune (6), echipamentului ce conține
9 invertorul de încercat (7);

- se aplică tensiunea trifazată, debitată de un inverter (7), unui motor asincron alternativ
11 de probă principal (18), ce poate lucra în regim de tracțiune, care, prin intermediul unui ax
cardanic (19) și al unui traductor de cuplu (20), antrenează un motor de probă secundar (21),
13 ce lucrează în regim de frână, ambele motoare (18, 21) având câte un traductor de turație
(22, 23);

15 - motorul (21) ce funcționează în regim de frână, debitează, prin intermediul a două
tructorare de curent de fază (24, 25), pe un inverter trifazat (26) care, prin intermediul unui
17 fuzibil termic (34), alimentează echipamentul ce conține invertorul de încercat (7), de la rețea
preluându-se doar energia de acoperire a pierderilor din stand.

19 5. Metodă conform revendicării 4, **caracterizată prin aceea că**, atunci când invertorul
de încercat (7) trece în regim de frânare electrică, invertorul trifazat (26) și motorul electric
21 alternativ de probă secundar (21) lucrează în regim de tracțiune, antrenând motorul de probă
principal (18), care lucrează acum în regim de generator.

23 6. Echipament de stand pentru încercarea invertoarelor trifazate, utilizate în tracțiunea
electrică cu motoare asincrone trifazate, care aplică metoda de la revendicările 1...5, **caracterizat**
25 **prin aceea că** este constituit dintr-un întrerupător trifazat (1) care, în momentul închiderii,
alimentează cu tensiune un autotransformator (2) ce debitează pe un redresor trifazat (3),
27 la ieșirea căruia se obține o tensiune continuă, cu care se alimentează un inverter trifazat de
încercat (7) și un alt inverter al echipamentului de stand, ce lucrează în opoziție (26), fiecare
29 dintre cele două invertoare menționate acționând câte un motor asincron trifazat (18 și 21),
cele două motoare (18 și 21) fiind cuplate printr-un ax cardanic (19) și un traductor de cuplu
31 (20), fiecare motor fiind prevăzut cu un traductor de turație (22 și 23), comanda și funcționarea
corectă a echipamentului fiind realizată prin intermediul unor blocuri de comandă (36, 38 și
33 39), al unui bloc de diagnoză (40), al unui bloc de înregistrare și raportare măsurători (41),
și al unui bloc de semnalizare a stării (51).

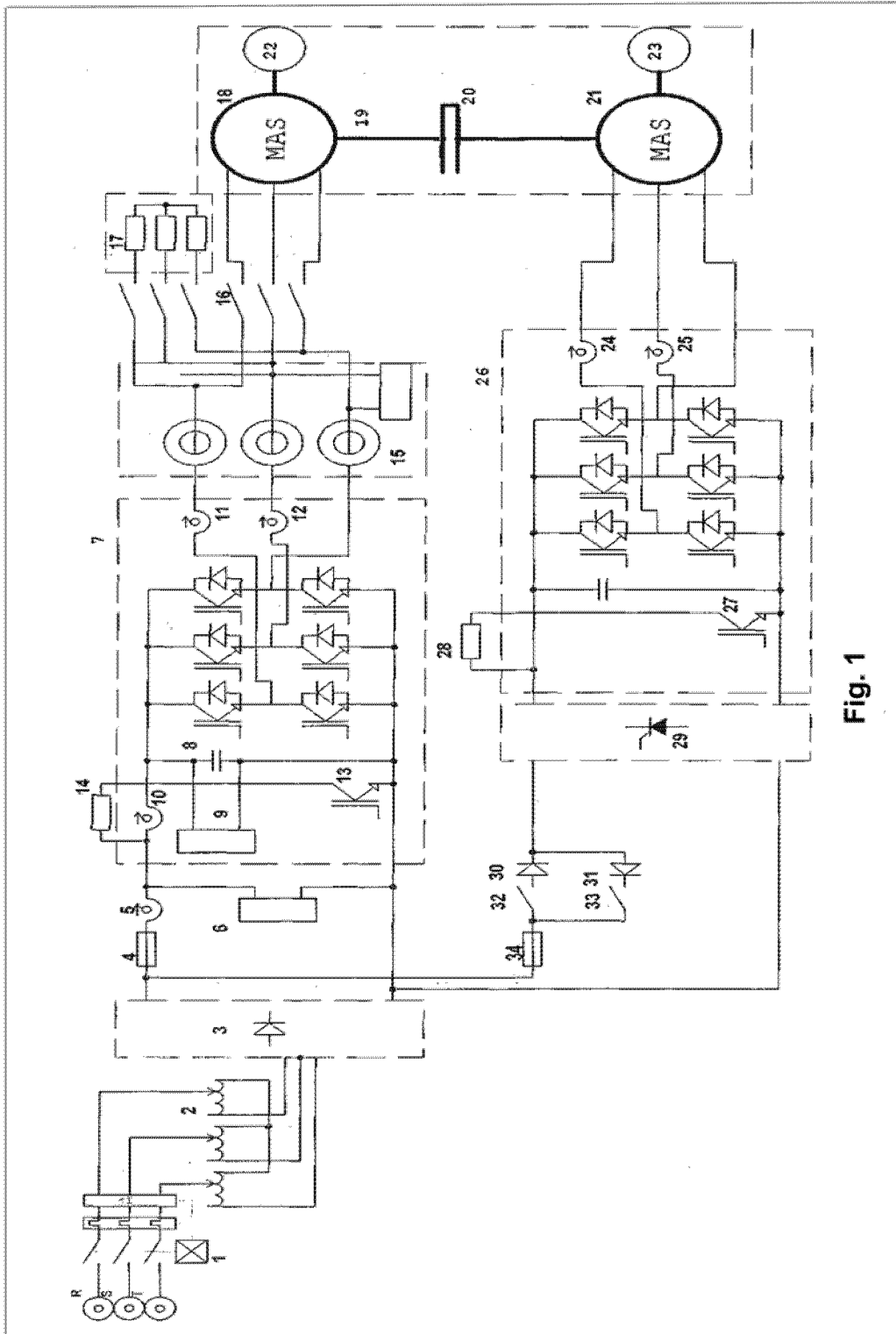


Fig. 1

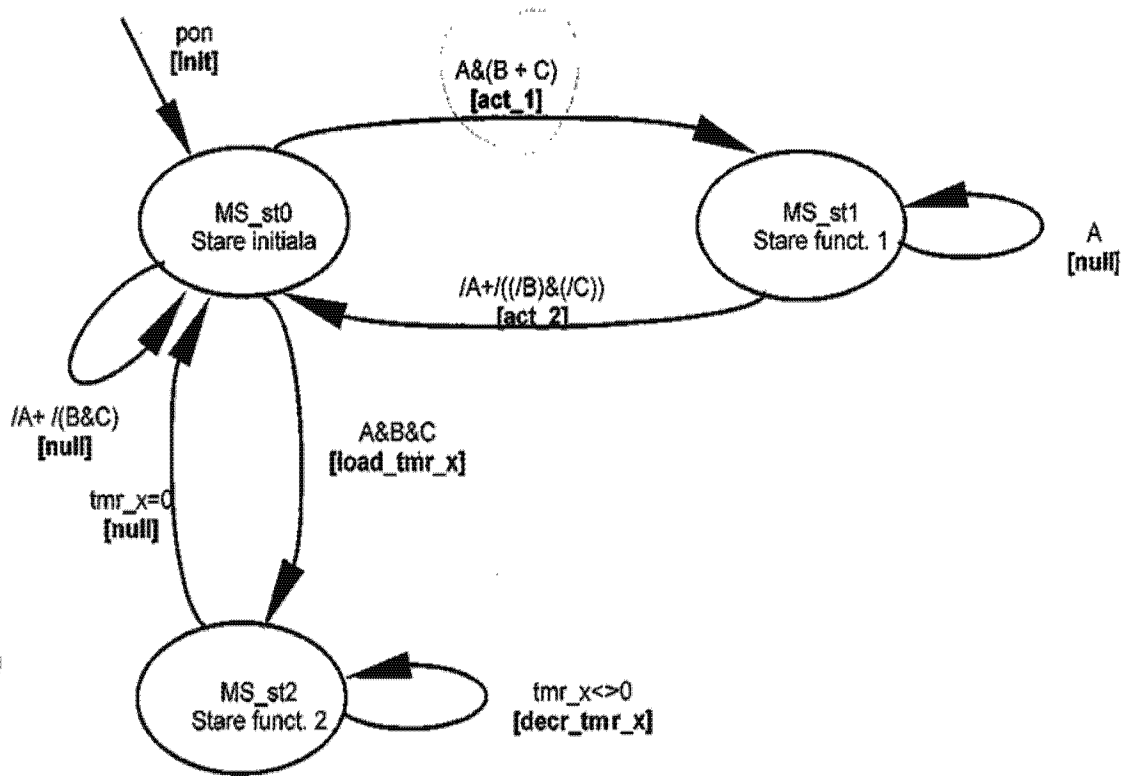


Fig. 2

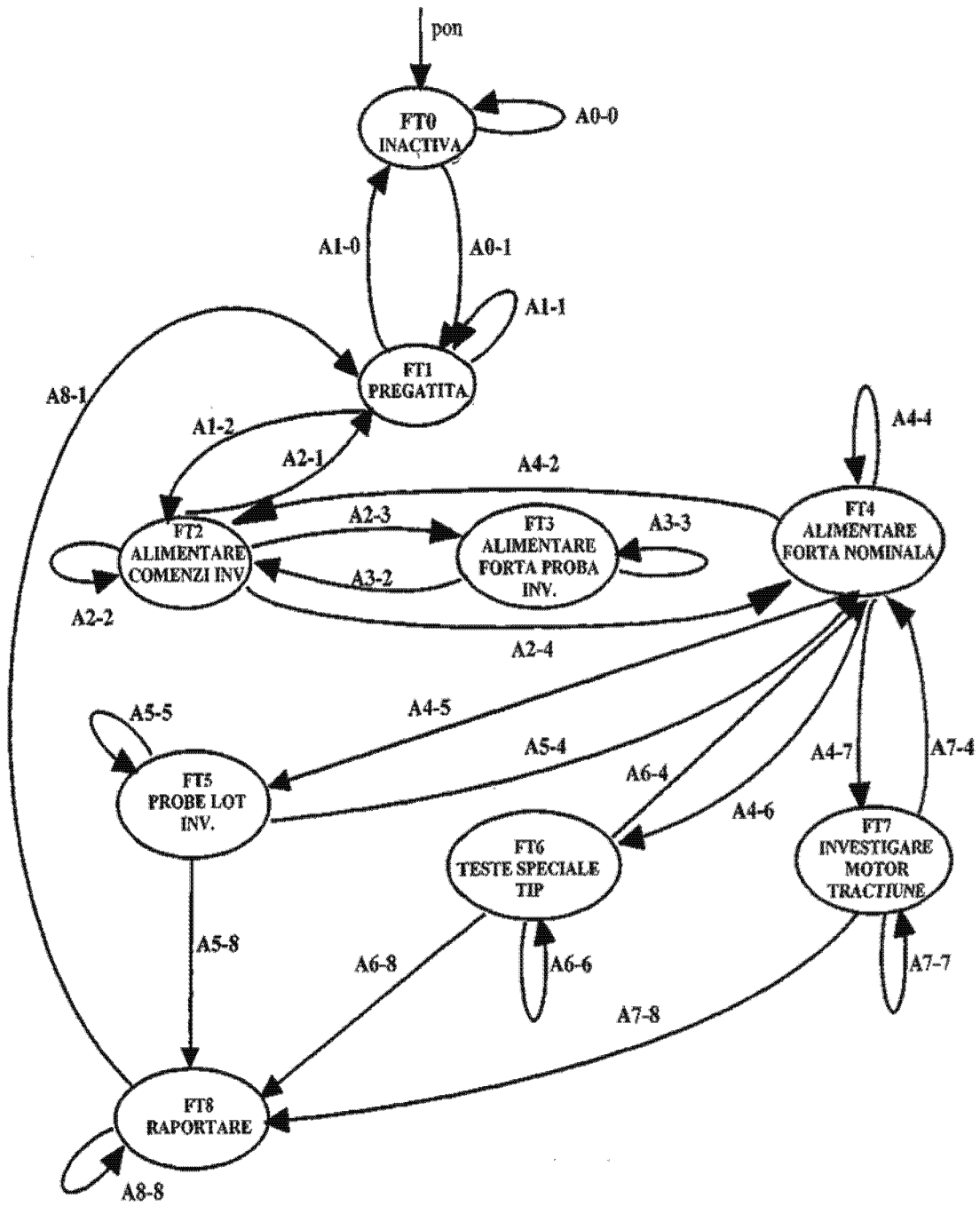


Fig. 3

(51) Int.Cl.
G01R 31/34 (2006.01),
H02P 27/04 (2006.01)

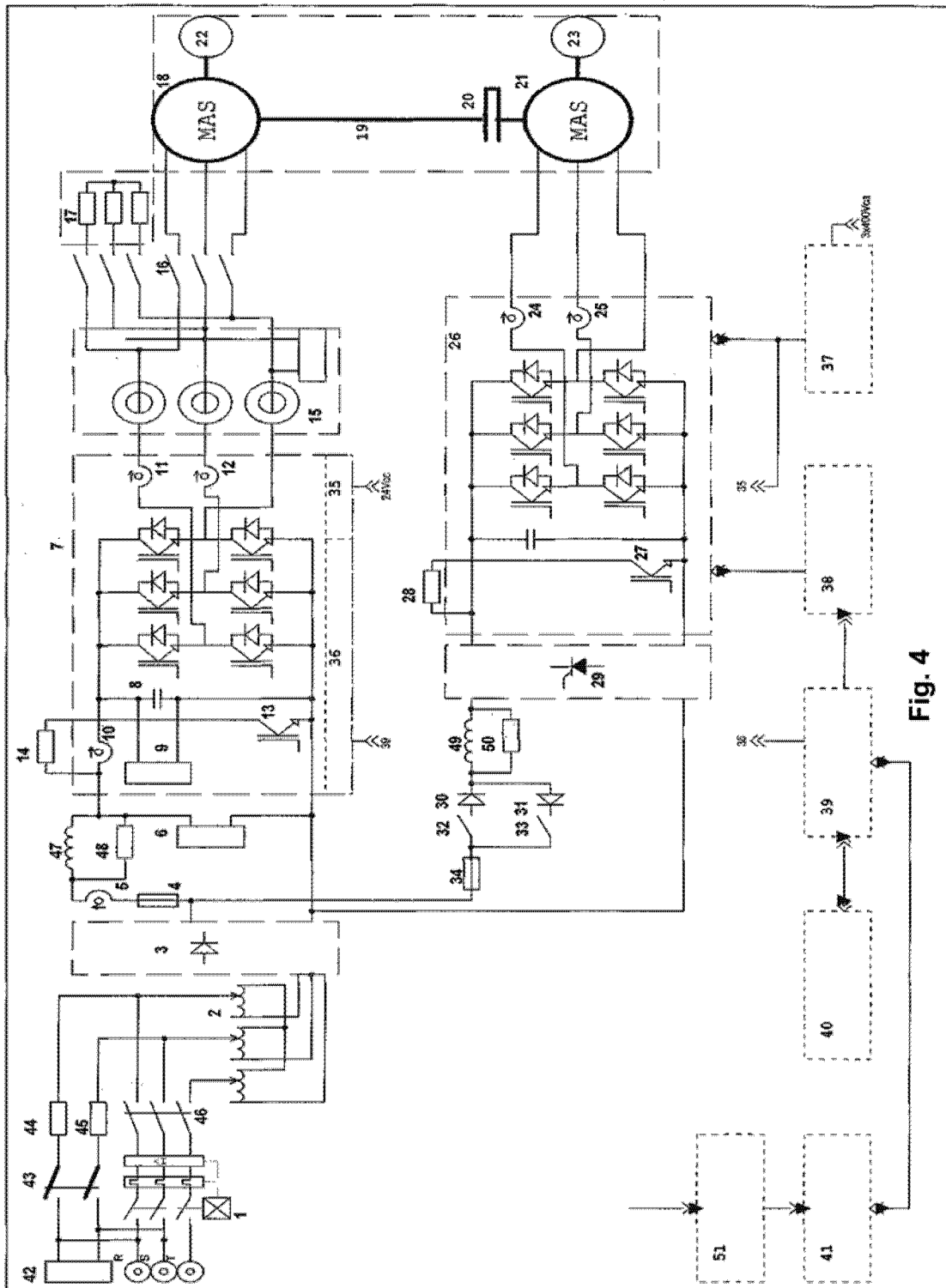


Fig. 4



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
 sub comanda nr. 596/2012