

(12)

## BREVET DE INVENȚIE MODIFICAT

(21) Nr. cerere: **a 2009 00239**

(22) Data de depozit: **17.03.2009**

(45) Data publicării mențiunii acordării și eliberării brevetului: **30.03.2011** BOPI nr. 3/2011

(45) Data publicării mențiunii menținerii brevetului în formă modificată: **28.02.2013** BOPI nr. 2/2013

(73) Titular:

• **HUREZEANU GHEORGHE,**  
ALEEA MĂCINULUI NR.11, CRAIOVA, DJ,  
RO;  
• **BRÎNDUȘA CONSTANTIN,**  
CALEA BUCUREȘTI NR.20, BL.M17B,  
SC.1, AP.25, CRAIOVA, DJ, RO

(72) Inventatori:

• **HUREZEANU GHEORGHE,**  
ALEEA MĂCINULUI NR.11, CRAIOVA, DJ,  
RO;

• **BRÎNDUȘA CONSTANTIN,**  
CALEA BUCUREȘTI NR.20, BL.M17B,  
SC.1, AP.25, CRAIOVA, DJ, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**RO 102593; RO 109690 B1; RU 2101843;  
GB 2110488; BG 62675**

## (54) ECHIPAMENT CU CONVERTOR STATIC PENTRU PORNIREA MOTOARELOR ASINCRONE CU ROTOR BOBINAT

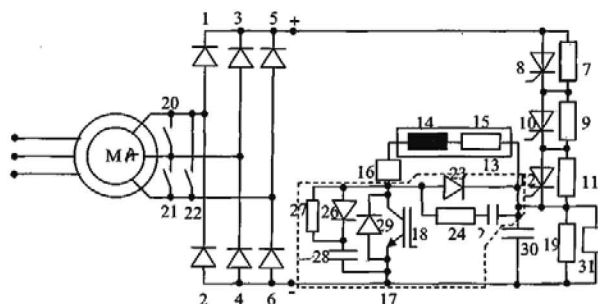
(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament cu convertor static, pentru pornirea, cu turație reglabilă, a unui motor asincron trifazat, cu rotor bobinat, destinat acționării unui transportor cu bandă, specific industriei extractive. Echipamentul conform invenției este alcătuit dintr-un redresor tip punte trifazată, realizat din șase diode (1...6), legat la niște borne ale circuitului rotoric al unui motor asincron (MA) trifazat, un filtru de circuit intermediar, constituit dintr-o inductivitate (7) și un condensator (8), la bornele căruia este conectat un bloc de rezistențe (9 și 10) de pornire, realizându-se o pornire lină a motorului asincron (MA), pe o caracteristică artificială rezistivă, iar prin ansamblul alcătuit dintr-un bloc (12) de impedanță de pornire, constituit dintr-un rezistor (13) de pornire și o inductivitate (14) de pornire și protecție, un traductor de curent (15) și un variator de curent continuu (16), se realizează o pornire, fără șocuri mecanice sau electrice, a motorului asincron (MA), prin treceri succesive pe alte caracteristici artificiale rezistive, turația acestuia tinzând spre turația nominală, pe

măsura creșterii factorului de conducție variator spre 100%, iar prin închiderea unor contacte (18, 19 și 20) normal deschise, montate la bornele circuitului rotoric al motorului asincron (MA), acesta este scurtcircuitat, trecând pe caracteristica mecanică naturală și, deci, funcționând la niște parametri apropiați de cei nominali.

Revendicări: 3

Figuri: 1



ÎN CONFORMITATE CU HOTĂRÂREA COMISIEI DE REEXAMINARE  
NR. 4/20.02.2012



# RO 125064 B2

1            Prezenta invenție se referă la un echipament cu convertor static pentru  
transportoarele cu bandă specifice industriei extractive, destinat pornirii cu turație reglabilă  
3 a motoarelor asincrone trifazate cu rotor bobinat de putere și tensiune ridicate.

5            Sunt cunoscute echipamente electrice de pornire motoare asincrone trifazate cu  
rotorul bobinat, ce au la bază reostate de pornire cu lichid, care prezintă dezavantajul că sunt  
7 inoperabile pe timp de iarnă, la temperaturi scăzute și care necesită un grad înalt al  
manoperei de întreținere și au o rată ridicată de defecte, deci prezintă o siguranță de  
funcționare scăzută.

9            Este cunoscută, de asemenea, o metodă de pornire a motoarelor asincrone trifazate  
cu rotorul bobinat (**RO 109690**), care se bazează pe controlul cuplului, prin intermediul  
11 curenților rotorici, folosind o structură de variator de tensiune alternativă, trifazată, ce are la  
bază, pe fiecare fază, doi tiristori în montaj antiparalel, care permit modificarea tensiunii  
13 eficiente pe niște impedanțe, prin reglarea, în fază, a unghiului electric de conducție a  
tiristoarelor. Această metodă prezintă dezavantajul apariției de dezechilibre importante între  
15 curenții rotorici și apariția de componente specifice regimului dezechilibrat, în cazul curenților  
din sistemele trifazate.

17           Este cunoscută, de asemenea, o schemă electronică a unui convertizor de pornire  
CSR-630-P/2007, care se bazează pe controlul cuplului, prin intermediul curenților rotorici,  
19 schemă ce are la bază un sistem de chopperizare cu doi tranzistori IGBT în paralel și cu un  
grup RLD, format dintr-o inductivitate L, în paralel cu un rezistor R, înseriat cu o diodă D,  
21 grup montat în emitorii celor doi tranzistori față de potențialul (-) al redresorului trifazat,  
necomandat, ce absorbe curenții rotorici. Această schemă prezintă dezavantajul legat de  
23 limitele de reglaj tip serie al rezistorilor de pornire, prin cei doi tranzistori IGBT, schema  
nepermițând obținerea unui reglaj al rezistenței echivalente care să ia valoarea  $0 \Omega$ , chiar  
25 dacă tranzistorii IGBT trec la conducție de 100%. Deci, în acest caz, asistăm la o limitare  
tehnică a procesului de pornire pe caracteristici artificiale rezistive, limitare dictată chiar de  
27 procesul de reglare a curenților rotorici prin elementele de reglaj tip serie, care sunt chiar cei  
doi tranzistori IGBT.

29           De observat că, la finalizarea procesului de pornire, are loc trecerea brutală de pe o  
caracteristică artificială rezistivă, determinată, în cel mai bun caz, de conducția de 100% a  
31 celor doi tranzistori IGBT, pe caracteristica mecanică naturală, la regimul nominal, când se  
face scurtcircuitarea înfășurărilor rotorice ale motorului prin contactele unui contactor  
33 electromecanic și deci apare un salt total contraindicat unei acționări electrice specifică unui  
transportor cu bandă, acest salt conducând la o serie de efecte negative majore ca, de  
35 exemplu: ruperi de bandă transportoare, ruperi de cuplaj elastic motor - reductor - tambur  
de antrenare bandă; efecte dinamice ale curenților de acționare; distrugerii motoare electrice  
37 de acționare etc.

39           De asemenea, apariția potențialului flotant în emitorii celor doi tranzistori, potențial  
dictat de existența grupului RLD, puternic inductiv, implică un regim greu de lucru pentru  
acești doi tranzistori IGBT, chiar cu apariția frecventă a conducției secundare în aceștia, deci  
41 efecte negative în comutația acestora și, de aici, necesitatea multiplicării numărului de  
tranzistori, în acest caz, cu 2, față de necesitatea unei dimensionări obiective a circuitului.  
43 Acest regim greu de lucru pentru tranzistorii bipolari cu poarta izolată poate conduce, pe de  
o parte, la efecte pendulatorii de frecvență ridicată în acționarea motorului, cu treceri  
45 oscilante de pe o caracteristică artificială rezistivă pe o altă caracteristică de aceeași natură,  
iar pe de altă parte, poate conduce la apariția unor fenomene de îmbătrânire accentuată a  
47 izolației circuitelor inductive din schemă și o încălzire excesivă a acestora. Schema prezintă  
și o disfuncție a controlului echilibrului curenților prin cei doi tranzistori, prin lipsa rezistorilor  
49 individuali din emitorul fiecăruia dintre acești doi tranzistori, acest lucru conducând la o  
încărcare inegală a acestora, încărcare ce poate duce la distrugerea acestora.

# RO 125064 B2

Problema tehnică, pe care o rezolvă invenția, este pornirea optimală a motoarelor asincrone trifazate cu rotorul bobinat pe caracteristici artificiale rezistive, la care, în final, procesul de pornire trebuie să se afle pe o caracteristică artificială rezistivă foarte apropiată de caracteristica mecanică naturală, proces absolut necesar pentru pornirea transportoarelor cu bandă cu convertoare statice, ce au la bază, în principal, un reglaj al rezistenței echivalente a rezistorilor de pornire prin intermediul unui variator static de curent continuu și al unor tiristori de scurtcircuitare.

Echipamentul cu convertor static pentru transportoarele cu bandă specifice industriei extractive, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai sus, prin aceea că, în regimul de pornire a motoarelor asincrone trifazate cu rotorul bobinat, controlul și reglarea curenților rotorici și, implicit, al cuplului, sunt realizate prin intermediul unui convertor static, realizat dintr-un redresor Red, tip punte trifazată necomandată, al unor grupuri de tip rezistor de pornire - tiristor de scurtcircuitare Rpy-Ty, al unui rezistor de pornire Rpt, montat în paralel pe un ansamblu de tip tranzistor IGBT - bobină de protecție, al unui traductor de curent, al unui variator de curent continuu VCC, ce are în componență, în principal, tranzistorul IGBT; grupurile de tip rezistor de pornire - tiristor de scurtcircuitare Rpy-Ty fiind montate în amonte de tranzistorul IGBT prin inseriere înspre colectorul acestuia, tensiunea alternativă, trifazată, rotorică, fiind aplicată redresorului tip punte trifazată cu diode Red, rezultând o tensiune de ieșire ce este aplicată, în principal, grupurilor de tip rezistor de pornire - tiristor de scurtcircuitare Rpy-Ty, rezistorului de pornire Rp, montat în paralel pe un ansamblu de tip tranzistor IGBT - bobină de protecție, procesul de pornire constând în modificarea rezistenței echivalente a rezistorilor de pornire prin intermediul tiristoarelor de scurtcircuitare Ty și al tranzistorului IGBT din cadrul variatorului de curent continuu VCC, și deci procesul de pornire a motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat se realizează pe caracteristici artificiale rezistive, la care, în final, procesul de pornire se află pe o caracteristică artificială rezistivă foarte apropiată de caracteristica mecanică naturală, astfel că, la scurtcircuitarea înfășurărilor rotorice ale motorului, prin intermediul contactelor unui contactor electromecanic, nu mai apar salturi de curenți rotorici în motorul asincron MA, deci nu mai apar efecte negative asupra sistemului de acționare electrică.

Echipamentul cu convertor static pentru transportoarele cu bandă specifice industriei extractive, conform invenției, prezintă cel puțin una dintre următoarele avantaje, în comparație cu alte invenții:

- crește eficiența și siguranța în exploatare a transportoarelor cu bandă, prin utilizarea mai multor grupuri de tip rezistori - tiristori de scurtcircuitare;

- realizează pornirea în condiții grele de lucru, dictate de apariția fenomenului de înțepenire mecanică, printr-o pornire adaptată acestor condiții de funcționare, prin intermediul unor grupuri de tip rezistori - tiristori, grupuri inseriate cu un chopper bazat pe un tranzistor IGBT, rezultând astfel un control fin, într-un domeniu de reglaj extrem, al valorii echivalente a bateriei de rezistori din circuitul rotoric și deci, implicit, a curenților rotorici;

- realizează timpi de pornire mari, ce asigură pornirea lentă și fără șocuri mecanice a transportoarelor cu bandă prin bateriile de rezistori din circuitul rotoric;

- facilitățile pe care le oferă echipamentul cu convertor static permit o adaptare rapidă a transportorului cu bandă la condițiile climatice dificile și la parametrii de lucru ai acestuia;

- controlul permanent al cuplului de pornire motor prin intermediul curenților rotorici prelucrați și controlați permanent prin dispozitive electronice de forță.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, constând dintr-un echipament, în legătură cu figura, care reprezintă schema electrică de principiu, pentru echipamentul cu convertor static pentru pornirea transportoarelor cu bandă.

# RO 125064 B2

1 Echipamentul de pornire, conform invenției, în timpul regimului tranzitoriu de pornire  
2 motor asincron trifazat cu rotorul bobinat **MA**, prin alimentare statorică cu tensiune trifazată  
3 nominală, tensiunea trifazată rotorică a motorului asincron trifazat cu rotorul bobinat **MA** este  
4 aplicată unui redresor tip punte trifazată, realizat din șase diode **1, 2, 3, 4, 5** și **6**, iar prin  
5 redresare, rezultă o tensiune de curent continuu al cărei potențialul (+) este aplicat unui  
6 circuit ce începe cu grupele înseriate de tip rezistor de pornire - tiristor **7-8, 9-10** și **11-12**,  
7 continuă cu o bobină de protecție la di/dt **13**, bobina prezentând o schemă electrică  
8 echivalentă de tip inductivitate - rezistență **14-15**, continuând cu un traductor de curent **16**,  
9 destinat măsurării curentului prin rezistorii de pornire și, indirect, a curenților rotorici, și  
10 continuând cu un variator de curent continuu **17**, realizat, în principal, dintr-un tranzistor IGBT  
11 **18**, prin care se închide circuitul la potențialul (-) al redresorului tip punte trifazată, realizat  
12 din diodele **1, 2, 3, 4, 5** și **6**, emitorul tranzistorului IGBT **18** fiind ferm legat la acest potențial  
13 (-), astfel reușind să eliminăm apariția unui potențial flotant, cu efecte nedorite în  
14 funcționarea echipamentului cu convertoare statice. Procesul de pornire prezintă, în prima  
15 etapă, intrarea în conducție a variatorului de curent continuu **17**, cu un factor de umplere în  
16 creștere spre 100%, deci procesul prezintă un reglaj continuu, în sensul scăderii rezistenței  
17 echivalente formată din rezistorii de pornire **7, 9, 11** și **19**, astfel încât, în momentul intrării  
18 în unda plină a acestuia, mai precis, a tranzistorului IGBT **18**, se comandă intrarea în  
19 conducție a tiristorului **8**, însoțită de blocarea tranzistorului IGBT **18**, procesul continuând cu  
20 intrarea în conducție a variatorului de curent continuu **17**, cu un factor de umplere în creștere  
21 spre 100%, deci procesul prezintă un reglaj continuu, în sensul scăderii valorii rezistenței  
22 echivalente formată din rezistorii de pornire **9, 11** și **19**, astfel încât, în momentul intrării în  
23 unda plină a acestuia, mai precis, a tranzistorului IGBT **18**, se comandă intrarea în conducție  
24 a tiristorului **10**, însoțită de blocarea tranzistorului IGBT **18**, procesul continuând cu intrarea  
25 în conducție a variatorului de curent continuu **17**, cu un factor de umplere în creștere spre  
26 100%, deci procesul prezintă un reglaj continuu, în sensul scăderii valorii rezistenței  
27 echivalente formată din rezistorii de pornire **11** și **19**, astfel încât, în momentul intrării în unda  
28 plină a acestuia, mai precis, a tranzistorului IGBT **18**, se comandă intrarea în conducție a  
29 tiristorului, însoțită de blocarea tranzistorului IGBT **17**, procesul continuând cu intrarea în  
30 conducție a variatorului de curent continuu **17**, cu un factor de umplere în creștere spre  
31 100%, deci procesul prezintă un reglaj continuu, în sensul scăderii valorii rezistenței  
32 echivalente formată din rezistorul de pornire **19**, astfel încât în momentul intrării în unda plină  
33 a acestuia, mai precis, a tranzistorului IGBT **18**, ne aflăm în finalul procesului de pornire,  
34 când rezistența echivalentă a rezistorilor de pornire tinde către valoarea  $0 \Omega$  și deci ne aflăm  
35 pe o caracteristică artificială rezistivă foarte apropiată de caracteristica mecanică naturală  
36 și deci rezistorii de pornire sunt practic scurtcircuitați de tiristorii **8, 10** și **12**, și de tranzistorul  
37 IGBT **18**. Astfel, la scurtcircuitarea înfășurărilor rotorice ale motorului, prin contactele **20, 21**  
38 și **22**, ale unui contactor electromecanic, nu mai apar salturi de curenți rotorici în motorul  
39 asincron **MA**, deci nu mai apar efecte negative asupra sistemului de acționare electrică. Prin  
40 aceasta, s-a terminat regimul de pornire a motorului asincron **MA**, acesta funcționând în  
41 regimul de funcționare permanent.

42 Dioda **23** permite ca, în perioada de blocare a variatorului de curent continuu **17**,  
43 energia acumulată în circuitele inductive, inclusiv, în bobina de protecție **13**, să fie evacuată,  
44 dioda **23** comportându-se ca o diodă de nul. Protecția la supratensiuni și di/dt a acesteia este  
45 realizată de grupul: rezistența **24**, condensator **25**.

## RO 125064 B2

Protecția tranzistorului IGBT **18** la supratensiuni și  $di/dt$  este realizată prin grupul snubber, format din dioda rapidă **26**, rezistența **27** și condensatorul **28**. Prin montarea în paralel pe tranzistorul IGBT **18**, între colector și emitor, a diodei **29**, se realizează o circulație inversă prin circuitul bobinei de protecție **13**, ce permite evacuarea energiei acumulate în circuitele inductive. 1  
3  
5

Condensatorul **30** permite funcționarea pe o sarcină rezistiv - capacitivă a variatorului de curent continuu **17**, iar pentru detecția întrerupere accidentală a rezistorului de pornire **19**, s-a introdus, în circuit, traductorul de tensiune **31**, care, în momentul apariției întreruperii accidentale a rezistorului de pornire **19**, detectează o creștere majoră a tensiunii pe bornele acestuia și dispune întreruperea procesului de pornire motor asincron **MA**, până la înlăturarea defectului. 7  
9  
11

# RO 125064 B2

## Revendicări

1. Echipament cu convertor static pentru pornirea motoarelor asincrone trifazate cu rotor bobinat, având în componere un redresor tip punte trifazată, realizat din șase diode (1-6), legat la bornele circuitului rotoric al motorului asincron trifazat (MA) de acționare, redresor ce debitează pe un circuit cu o rezistență descrescător variabilă și un contactor ale cărui contacte normal deschise sunt legate la bornele circuitului rotoric, pentru ca, la sfârșitul pornirii, să închidă circuitul rotoric în scurtcircuit, **caracterizat prin aceea că** circuitul cu rezistență descrescător variabilă cuprinde grupe înseriate de tip rezistor de pornire - tiristor (28-29, 30-31 și 32-33), continuând cu o impedanță de pornire (12) și protecție la di/dt, reprezentată printr-o schemă electrică echivalentă de tip inductivitate - rezistență (13-14), înseriată cu un traductor de curent (15), destinat măsurării indirecte a curenților rotorici, și un variator de curent continuu (16), realizat, în principal, dintr-un tranzistor IGBT (17), prin care se închide circuitul la potențialul minus (-) al redresorului în punte trifazată (1-6), emitorul tranzistorului IGBT (17) fiind ferm legat la acest potențial (-), variator comandat și controlat prin impulsuri modulate în durată (PWM), ansamblul realizând o pornire fără șocuri mecanice și electrice a motorului asincron (MA), prin treceri succesive pe alte caracteristici artificiale rezistive, turația acestuia tinzând spre turația nominală, pe măsura creșterii factorului de conducție al variatorului (16) spre 100%, urmată de comanda succesivă a intrării în conducție a tiristoarelor (29, 31 și 33), permițând astfel modificarea în trepte a rezistenței de sarcină pentru puterea trifazată (1-6), încât inițial, în circuit, există o rezistență echivalentă, obținută din însumarea rezistențelor din grupele rezistor - tiristor (28, 30 și 32) cu o ultimă rezistență (34) scurtcircuitată de variatorul de curent continuu (16), iar după scurtcircuitarea succesivă a acestora de către tiristorii (29, 31 și 33), în final, există, în circuit, doar ultima rezistență de sarcină (34) ce urmează a fi și aceasta din nou scurtcircuitată; un grup de protecție alcătuit dintr-o diodă de nul (21) în paralel cu o rezistență (22) și un condensator (23) legat între colectorul tranzistorului IGBT (17) și catodul ultimului tiristor (33), ce permite ca, în perioada de blocare a variatorului de curent continuu, energia acumulată în impedanța de pornire (12) să fie evacuată; elementele de protecție ale tranzistorului IGBT (17) având la bază un grup snubber - o diodă rapidă (24), o rezistență (25) și un condensator (26) - iar printr-o diodă (27), se realizează o circulație inversă prin circuitul impedanței de pornire (12), pentru evacuarea energiei acumulate în circuitele inductive; și un condensator (35) în paralel cu ultima rezistență de sarcină (34), ce permite funcționarea variatorului (16) pe o sarcină rezistiv - capacitivă.

2. Echipament conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru detecția întreruperii accidentale a ultimului rezistor de pornire (19), s-a introdus, în circuit, un traductor de tensiune (31), conectat în paralel cu acesta, care, în momentul apariției unei întreruperi, detectează o creștere majoră a tensiunii pe bornele rezistorului de pornire (19) și comandă întreruperea procesului de pornire a motorului asincron (MA), până la înlăturarea defectului.

3. Echipament cu convertor static pentru pornirea transportoarelor cu bandă cu motoare asincrone trifazate cu rotor bobinat, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, în cazul unor porniri grele, la curenți rotorici mult mai mari și deci la un cuplu de pornire mărit, are în alcătuire trei grupe de tip rezistor - tiristor (28-29, 30-31 și 32-33), care, printr-o comandă corespunzătoare a tiristoarelor (29, 31 și 33), permit modificarea în trepte a rezistenței de sarcină pentru puntea trifazată (1, 2, 3, 4, 5, 6), astfel că, inițial, în circuit, există o rezistență echivalentă, obținută din însumarea rezistențelor (28, 30, 32 și 34), după scurtcircuitarea acestora de către tiristorii (29, 31 și 33), iar, în final, există, în circuit, doar rezistența de sarcină (34), un condensator (35) ce permite funcționarea pe o sarcină rezistiv - capacitivă a variatorului de curent continuu (16) și un traductor de tensiune (36) care, în cazul întreruperii rezistenței (34), detectează o creștere majoră a tensiunii pe bornele acesteia și dispune întreruperea procesului de pornire a motorului asincron (MA).

