



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2016 00749**

(22) Data de depozit: **24/10/2016**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2017 BOPI nr. **3/2017**

(71) Solicitant:
• **CESI AUTOMATION S.R.L.**,
ALEEA 1 DEPOULUI NR. 10, CRAIOVA, DJ,
RO

(72) Inventatori:
• **HUREZEANU ADRIAN-IONUȚ**,
STR. GHEORGHE BIBESCU, BL. A13,
AP. 9, CRAIOVA, DJ, RO;

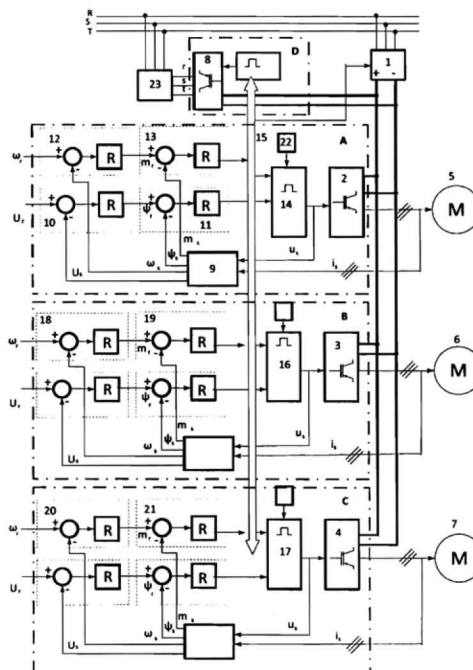
• **NICOLA MARCEL**, CALEA SEVERINULUI
NR. 18, BL. 309, SC. 1, ET. 3, AP. 13,
CRAIOVA, DJ, RO;
• **VELEA FLORIN**, ALEEA 1 POTELU
NR. 12, CRAIOVA, DJ, RO

(54) **METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU COMANDA NUMERICĂ
ȘI CONTROLUL ACȚIONĂRIILOR ELECTRICE MULTIMOTOR
CU RECUPERAREA ENERGIEI DE FRÂNARE, UTILIZATE LA
INSTALAȚIILE DE EXTRAȚIE DE MARE CAPACITATE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă pentru comanda numerică și controlul acționărilor electrice multimotor cu recuperarea energiei de frânare, și la un echipament pentru implementarea acesteia, destinat utilizării în instalațiile de extracție de mare capacitate. Metoda conform invenției constă din alimentarea a trei invertoare (A, B, C) pentru comanda motoarelor de tracțiune și a unui invertor (D) de frânare pentru recuperarea energiei de frânare, dintr-un același circuit intermediar (1) de curent continuu, semnalul de ieșire al unui regulator de cuplu (13) al primului invertor asigurând comanda unitară a celorlalte invertoare, pentru egalizarea cuplurilor la executarea manevrelor a trei motoare (5, 6, 7) de tracțiune, prin intermediul unei magistrale de date (15) comune, care asigură preluarea datelor de ieșire ale regulatorului de cuplu (13) și aplicarea acestora la generatoarele (14, 16, 17) de impulsuri modulate în durată, ale celor trei invertoare, efectuând permanent ajustări asupra mărimilor de referință, pentru evitarea șocurilor în procesul de comandă a acționării, iar, în momentul în care energia înmagazinată în circuitul intermediar (1) depășește valoarea nominală, este comandat invertorul de frânare, în vederea transformării energiei de curent continuu, rezultate din funcționarea în regim de frânare, în energie de curent alternativ, având parametrii de frecvență, fază și nivel compatibili cu rețeaua trifazată (RST), utilizând pentru aceasta o comandă software și un filtru de ieșire (23).

Revendicări: 2
Figuri: 1



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).



24

OFICIUL DE STAT PENTRU BREVETE SI MARCI
Cerere de brevet de inventie
Nr. a 2016 00749
Data depozit 24-10-2016

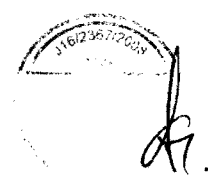
Metoda si echipament pentru comanda numerica si controlul actionarilor electrice multimotor cu recuperarea energiei de franare, utilizate la instalatiile de extractie de mare capacitate

DESCRIERE

Inventia se refera la o metoda de comanda numerica si control pentru actionarile electrice multimotor, cu recuperarea energiei de franare si la echipamentul pentru aplicarea acesteia, destinat instalatiilor de extractie de mare capacitate.

Sunt cunoscute echipamente de actionare a instalatiilor de deplasare a utilajelor de extractie, de suprafata, avand ca mijloc de deplasare un sistem de trei senile actionate fiecare cu cate un motor electric, comanda motoarelor electrice fiind realizata prin controlul unitar al turatiei de catre trei convertizoare de frecventa distincte, fiecare din ele prevazute cu chopper de franare si rezistente de franare aferente. Dezavantajul acestei metode de comanda a actionarii si al echipamentelor existente in carierele de extractie consta in incarcarea diferita a motoarelor de tractiune datorita diferentelor mecanice intre cele trei senile, precum si datorita executarii manevrelor de viraj, in conditiile in care ecartamentul intre senile este de 11237 mm. Astfel, in viraj, cele trei senile vor parcurge distante diferite iar motoarele de tractiune, avand aceiasi turatie, se vor incarca neuniform, unele fiind franate sau accelerate functie de pozitionarea lor in timpul manevrei de virare. Aceste incarcari neuniforme duc la supraincercarea convertizoarelor de frecventa si fortarea acestora sa limiteze curentul de iesire prin scaderea frecventei, fenomen ce duce la producerea unor situatii de functionare instabila a instalatiei de deplasare si la opriri repetate. In cazul unor deplasari prelungite in panta, fenomen frecvent intalnit in carierele de extractie, exista pericolul de distrugere a rezistentelor de franare si implicit a chopperelor.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia este de a creste siguranta in functionare a instalatiilor de deplasare a utilajelor de extractie de suprafata prin actionarea optima a motoarelor de tractiune, indiferent de regimul de lucru, deplasare plana, in panta sau in regim de virare, utilizand o metoda numerica de comanda si control bazata pe un software de aplicatie capabil sa asigure echilibrarea cuplului dezvoltat de fiecare motor in parte. Echipamentul de comanda si control pentru actionarile multimotor rezultat din aplicarea acestei metode utilizeaza convertizoare de frecventa a caror structura se bazeaza pe un circuit intermediar comun, pe trei invertoare de tensiune pentru comanda motoarelor de tractiune si un invertor de recuperare a energiei de franare, cu unitati de comanda interconectate intre ele printr-o magistrala de date.



Echipamentul de comanda numerica si control pentru actionarile multimotor cu recuperarea energiei de franare utilizat la instalatiile de extractie de mare capacitate, conform inventiei, inlatura dezavantajele aratate mai sus prin aceea ca, pentru controlul actionarii celor trei motoare de tractiune ale instalatiei de deplasare a utilajelor de cariera se utilizeaza trei invertoare cu functionare independenta, dar a caror alimentare in curent continuu se face din acelasi circuit intermediar obtinut prin redresarea si filtrarea tensiunii de retea trifazate RST, acestea fiind capabile sa echilibreze cuplul dezvoltat de fiecare motor astfel incat toate senilele sa fie activate optim indiferent de regimul de lucru, deplasare plana, in panta sau in viraj, utilizand un software care optimizeaza cuplul prin generarea unui mod de operare "Master Slave", fiecare din cele trei invertoare putand deveni "master" in timpul deplasarii utilajului, functie de pozitia in bucla de virare, comanda si controlul realizandu-se printr-o magistrala de date comuna, care asigura implementarea metodei controlului vectorial al fluxului si cuplului pentru fiecare inverter, prin preluarea datelor de iesire ale regulatorului de cuplu al inverterului "master" si le aplica generatoarelor de impulsuri modulate in durata (PWM), ale celor trei invertoare, efectuand permanent ajustari asupra marimilor de referinta, dar numai pe durata "timpului mort" (dead time) al generatorului PWM, pentru evitarea socurilor in procesul de comanda a actionarii, cu asigurarea in acest mod a comenzii pentru incarcarea uniforma, din punct de vedere al cuplului, pentru toate cele trei motoare de tractiune, cu lasarea libera a turatiilor celor doua motoare "slave" prin functionarea convertizoarelor la frecvente diferite in vederea obtinerii cuplului impus, iar pentru inlaturarea neajunsurilor la deplasarea utilajelor de cariera in panta, echipamentul, conform inventiei este prevazut cu un inverter de franare recuperativa, care, in momentul in care energia inmagazinata in circuitul intermediar, acelasi cu cel care asigura alimentarea invertoarelor care alimenteaza motoarele de tractiune, depaseste valoarea nominala, este comandat in sensul transformarii energiei de curent continuu rezultata din functionarea in regim de franare, in energie de curent alternativ cu parametri de frecventa, faza si nivel compatibili cu reseaua trifazata RST, utilizand pentru aceasta o comanda software si un filtru de iesire.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje in sensul ca indiferent de regimul de deplasare al utilajului, cele trei motoare vor dezvolta acelasi cuplu, evitand depasirea curentului limita, oricare dintre invertoare fiind capabil sa functioneze ca master sau slave, iar introducerea in schema de actionare a unui inverter de recuperare a energiei de franare, duce la eliminarea rezistentelor de franare, a chopperelor de franare si la recuperarea in reseaua trifazata a energiei de franare si nu in

ultimul rand la o functionare stabila a intregului sistem de actionare indiferent de fluctuatiile tensinii de alimentare.

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei, in legatura cu figura 1 care prezinta:

- Fig. 1 schema electrica de principiu pentru echipamentul de comanda numerica si control al unei actionari multimotor pentru un utilaj de cariera cu trei motoare de tractiune si sistem de franare cu recuperarea energiei in retea trifazata.

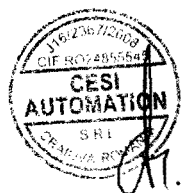
Echipamentul pentru comanda numerica si controlul actionarilor electrice multimotor cu recuperarea energiei de franare, utilizate la instalatiile de extractie de mare capacitate este alimentat cu energie electrica trifazata RST care este transformata in energie de curent continuu prin intermediul circuitului intermediar 1 care realizeaza redresarea si filtrarea tensiunii alternative. Tensiunea continua de la bornele + respectiv - ale circuitului intermediar 1 se aplica la toate cele trei etaje finale 2, 3, 4 realizate cu tranzistoare IGBT in montaj punte trifazata, ale invertoarelor A, B, C care deservesc cele trei motoare de actionare 5, 6, 7. De asemenea, tot din circuitul intermediar 1 este alimentat si etajul final 8 al invertorului de franare cu recuperare D. Consideram in exemplul de realizare prezentat ca invertorul A care controleaza actionarea motorului 5 este "master". Utilizand metoda controlului vectorial fara traductoare de turatie (sensorless), sunt preluate informatiile de curenti statorici i_s si de tensiune us de catre blocul 9, circuit estimator si de prelucrare semnale. Acest circuit estimeaza din prelucrarea vectoriala a informatiilor referitoare la curenti si tensiune, valorile de iesire pentru tensiune (us), turatie ω_s , flux ψ_s si cuplu m_s . In continuare, aceste semnale electrice intra in bucelele de reglare ale reguletoarelor specifice controlului vectorial al cuplului si turatiei in actionarile sensorless. Astfel, regulatorul de tensiune scoate la iesire un semnal ψ_r care devine valoare de referinta pentru regulatorul de flux 11, in timp ce regulatorul de turatie 12 realizeaza la iesire valoarea de referinta n_r pentru regulatorul de cuplu 13. In timp ce semnalul de iesire al regulatorului de flux 11, intra direct in etajul 14, generator de impulsuri PWM, iesirea regulatorului de cuplu 13 este preluata de magistrala de date 15 care asigura printr-un software de aplicatie interoperabilitatea cu invertoarele slave B si C, prin impunerea aceleiasi informatii de cuplu in etajele generator de impulsuri PWM, 16, respectiv 17. Prin aceasta metoda de control si reglare, reguletoarele de turatie 18 respectiv 20 si de cuplu, 19 respectiv 21 ale invertoarelor slave B si C devin inoperante. Prin aceasta metoda comenzile sistemului de automatizare sunt conectate la un singur inverter master care interpreteaza comenzile primite si transmite referintele catre invertoarele slave. Efectuarea in permanenta a

ajustarilor marimilor de referinta, fara a se produce socuri in procesul de control si reglare si in timpul trecerii unui invertor din pozitia master in pozitia slave sau invers, se face prin introducerea unui bloc logic 22 de setare a frecventei de oscilatie si de generare a "timpului mort" intre doua comutari successive ale bratelor puntii cu tranzistoare IGBT. Prin logica software aferenta acestei metode se realizeaza schimbarea marimilor de referinta in procesul de control a actionarilor multimotor, doar pe durata "timpului mort". Configurarea schemei de actionare dupa aceasta metoda de control permite ca oricare dintre invertoare sa functioneze ca master sau slave. De asemenea invertoarele pot functiona independent in situatia in care aplicatia nu necesita egalizarea cuplului. Invertorul de franare cu recuperarea energiei D este conectat la aceiasi magistrala de date 15 si acelasi circuit intermediar 1, actionand in momentul in care este depasita valoarea nominala a tensiunii in circuitul intermediar. La iesirea etajului final 8, invertorul de recuperare a energiei de franare produce o tensiune sinusoidala , cu frecventa retelei, in faza cu aceasta si de nivel corespunzator. Filtrul de iesire 23 asigura eliminarea armonicelor rezultate din comutatia la frecventa mare a etajului final realizat cu tranzistoare IGBT.

REVENDICARI

1. Metoda pentru comanda numerica si controlul actionarilor electrice multimotor cu recuperarea energiei de franare, utilizate la instalatiile de extractie de mare capacitate, care utilizeaza trei invertoare (A), (B), (C) pentru comanda motoarelor de tractiune si un inverter (D) pentru recuperarea energiei de franare, **caracterizata prin aceea ca alimentarea celor patru invertoare se face din acelasi circuit intermediar de curent continuu (1), semnalul de iesire al regulatorului de cuplu (13) al inverterului master (A) asigurand prin intermediul magistralei de date (15) comanda unitara a invertoarelor slave (B) respectiv (C) pentru egalizarea cuplurilor la executarea manevrelor de viraj ale celor trei motoare de tractiune (5), (6) si (7), cu schimbarea marimilor de referinta in procesul de control a actionarilor multimotor, doar pe durata "timpului mort", de catre blocul logic (22) inlaturandu-se astfel socurile in procesul de reglare si in timpul trecerii unui inverter din pozitia master in pozitia slave si invers, functie de directia de virare a utilajului de cariera, energia acumulata in circuitul intermediar (1) in timpul franarii utilajului de cariera la deplasarea in panta, fiind transformata in energie de curent alternativ de inverterul (D) care prin etajul final 8 realizeaza adaptarea parametrilor tensiunii de iesire, frecventa, nivel, faza, la parametrii retelei trifazate (RST) cu care se cupleaza prin filtrul (23), asigurand astfel recuperarea in retea a energiei de franare.**
2. Echipament pentru comanda numerica si controlul actionarilor electrice multimotor cu recuperarea energiei de franare, utilizate la instalatiile de extractie de mare capacitate, care utilizeaza trei invertoare (A), (B), (C) pentru comanda motoarelor de tractiune si un inverter (D) pentru recuperarea energiei de franare, **caracterizat prin aceea ca este alimentat cu energie electrica trifazata RST care este transformata in energie de curent continuu prin intermediul circuitului intermediar (1) care realizeaza redresarea si filtrarea tensiunii alternative, tensiunea continua de la bornele (+) respectiv (-) ale circuitului intermediar (1) aplicandu-se la toate cele trei etaje finale (2), (3), (4) realizate cu tranzistoare IGBT in montaj punte trifazata, ale invertoarelor (A), (B), (C) care deservesc cele trei motoare de actionare (5), (6), (7), tot din circuitul intermediar (1) fiind alimentat si etajul final (8) al inverterului de franare cu recuperare (D), comanda si controlul actionarii realizandu-se in modul master - slave utilizand metoda controlului vectorial fara traductoare de turatie (sensorless) prin preluarea informatiilor de curenti statorici (is) si de tensiune (us) de catre blocul (9), circuit estimator si de prelucrare semnale, care estimeaza din prelucrarea vectoriala a informatiilor referitoare la curenti si tensiune, valorile de**

iesire pentru tensiune (u_s), turatie (ω_s), flux (ψ_s) si cuplu (m_s), in continuare, aceste semnale electrice intrand in bucelele de reglare ale reguletoarelor specifice controlului vectorial al cuplului si turatiei in actionarile sensorless, regulatorul de tensiune scoatand la iesire un semnal (ψ_r) care devine valoare de referinta pentru regulatorul de flux (11), in timp ce regulatorul de turatie (12) realizeaza la iesire valoarea de referinta (m_r) pentru regulatorul de cuplu (13), in timp ce semnalul de iesire al regulatorului de flux (11) intra direct in etajul (14) , generator de impulsuri (PWM), iesirea regulatorului de cuplu (13) este preluata de magistrala de date (15) care asigura printr-un software de aplicatie interoperabilitatea cu invertoarele slave (B) si (C), prin impunerea aceleiasi informatii de cuplu in etajele generator de impulsuri (PWM), (16), respectiv (17) urmand ca reguletoarele de turatie (18) respectiv (20) si de cuplu, (19) respectiv (21) ale invertoarelor slave (B) si (C) sa devina inoperante, efectuarea in permanenta a ajustarilor marimilor de referinta, fara a se produce socuri in procesul de control si reglare si in timpul trecerii unui inverter din pozitia master in pozitia slave sau invers, facandu-se prin introducerea unui bloc logic (22) de setare a frecventei de oscilatie si de generare a "timpului mort" intre doua comutari succesive ale bratelor puntii cu tranzistoare IGBT, logica software aferenta asigurand schimbarea marimilor de referinta in procesul de control a actionarilor multimotor, doar pe durata "timpului mort", pentru regimul de deplasare al utilajului in panta, inverterul de franare cu recuperarea energiei (D) care este conectat la aceiasi magistrala de date (15) si la acelasi circuit intermediar (1), actioneaza in momentul in care este depasita valoarea nominala a tensiunii in circuitul intermediar, la iesirea etajului final (8) producandu-se o tensiune sinusoidala , cu frecventa retelei, in faza cu aceasta si de nivel corespunzator, filtrul de iesire (23) asigurand eliminarea armonicelor rezultate din comutatie la frecventa mare a etajului final realizat cu tranzistoare IGBT.



DESENE

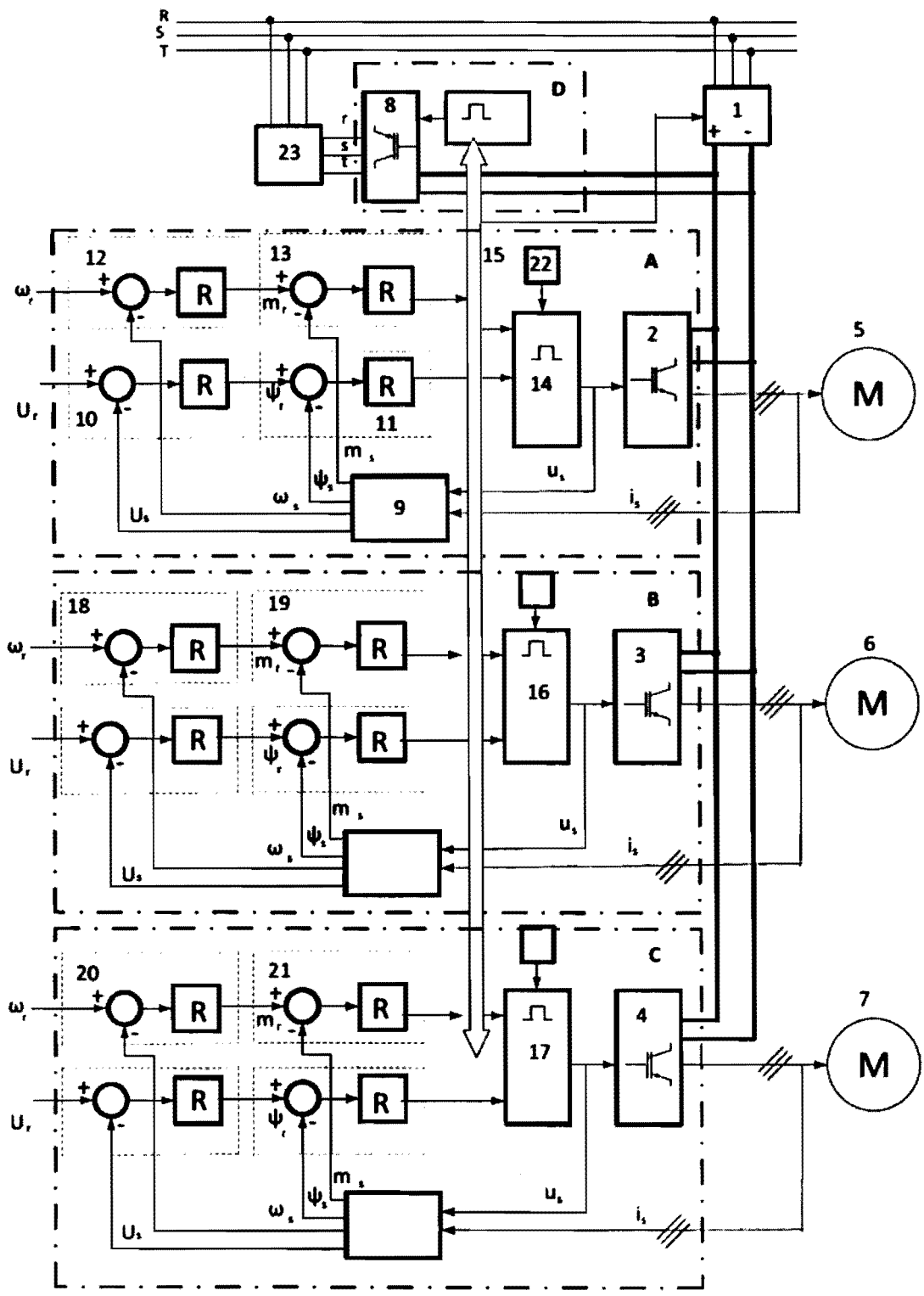


FIG. 1

15-2067250a
Dr.