



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 00471**

(22) Data de depozit: **23.06.2009**

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

(41) Data publicării cererii:
30.07.2010 BOPI nr. 7/2010

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

(72) Inventatori:
• **RIȘNOVEANU GABRIEL-VALERIU,
STR.TURNU MĂGURELE NR.13, BL.S2,
SC.1, AP.256, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B,
RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**WO 8001973 (A1); JP 2009011094;
US 2009045761; US 2008129231;
WO 2009056949; WO 2008064791**

(54) **ACȚIONARE ELECTRICĂ PENTRU MOTOARE SINCRONE
CU MAGNEȚI PERMANENȚI**



RO 125635 B1

Invenția se referă la o acționare electrică pentru motoare sincrone cu magneți permanenți, având aplicații care funcționează la tensiuni de alimentare reduse de maximum 48 Vcc, în domenii care nu necesită controlul poziției, cum ar fi în instalații de ridicat, în tracțiune electrică de mică capacitate.

Sunt cunoscute acționări electrice pentru motoare sincrone cu magneți permanenți, alimentate de la rețeaua de curent alternativ de 220 sau 380 V, care pentru aplicații speciale, care nu sunt alimentate de la rețeaua standard de ca., ci de la surse de c.c. de tensiuni reduse de maximum 48 Vcc și la care motoarele controlate au rezistența și inductanța înfășurărilor de valori foarte mici, care utilizate în acest context conduc la creșterea complexității sistemului de acționare și fac ca ansamblul motor-acționare să aibă un preț ridicat ceea ce îl face necompetitiv pe piață.

Un alt document relevant din stadiul tehnicii, identificat în urma cercetării documentare, este cererea de brevet **WO 8001973**, care prezintă o acționare electrică pentru motor sincron, alcătuită dintr-o sursă multifazică de tensiune sinusoidală, prevăzută cu un element de citire a poziției unghiulare a rotorului unui motor sincron. Înfășurările statorice sunt conectate printr-o sursă de curent reglabil la o unitate de ajustare a fazei. Unitatea de ajustare a fazei are intrările conectate printr-o unitate de multiplicare către un dispozitiv de presetare de curent. Acționarea electrică cuprinde niște semnale de referință, care conectează ieșirea sa cu intrările unității de ajustare a fazei, iar intrarea sa cu elementul de citire a poziției unghiulare a rotorului.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unei acționări electrice, pentru funcționarea la tensiuni de alimentare de maximum 48 Vcc, cu fiabilitate crescută, realizată cu un controler analogic MC33035, la care funcționarea este îmbunătățită prin conectarea la două blocuri noi 1, blocul de eroare 7 pentru tratarea erorilor apărute în funcționare și blocul de protecție supracurent 8 care tratează curentul de sarcină.

Dezavantajele soluțiilor cunoscute sunt următoarele:

- utilizează bobine suplimentare înseriate cu înfășurările motorului;
- utilizează traductoare Hall pentru măsurarea curenților;
- utilizează șunturi neinductive;
- utilizează un număr mare de repere pentru traseele de forță;
- utilizează un număr mare de componente electronice;
- preț mare.

Acționarea electrică pentru motoare sincrone cu magneți permanenți, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus, prin aceea că este alcătuită dintr-un bloc de control care folosește controlerul analogic MC33035, la care sunt conectate un bloc de comenzi și semnalizări, care face interfața cu utilizatorul blocului de comandă pe grilă superior și blocul de comandă pe grilă inferior, care amplifică flecare în curent semnalele de comandă și asigură nivelul de tensiune necesar pentru puntea de tranzistoare MOSFET din blocul de forță, la care este conectat motorul sincron cu sonde Hall. Blocul de control preia semnale de la blocul de eroare care asigură blocarea temporizată a controlerului în momentul în care apar avarii în funcționare, de la blocul protecție supracurent, care elimină impulsurile parazite apărute la comutație pe șunt și de la blocul protecție supratemperatură.

Avantajele acționării electrice conform invenției sunt:

- înlătură utilizarea bobinelor suplimentare înseriate cu înfășurările motorului;
- poate utiliza pentru măsurarea curentului de forță șunturi și trasee de curent ale căror inductanță nu mai este critică;
- se reduce constanta de timp a filtrului de curent;
- simplitatea soluțiilor adoptate;

RO 125635 B1

- protecție eficientă la conectare/deconectare de la sursa de alimentare;	1
- protecția eficientă a tranzistoarelor de comutație din blocul de forță;	
- fiabilitate ridicată;	3
- prețul de cost total al acționării mult mai mic decât al altor acționări cunoscute.	
Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției aplicate în schema bloc a	5
acționării electrice, în legătură cu fig. 1 și 2, care reprezintă:	
- fig. 1 schema bloc a acționării conform invenției, care se adaugă la schema cunos-	7
cută de utilizare a controlerului analogic MC33035 de comandă;	
- fig. 2 schema detaliată a blocului de eroare 7 și a blocului de protecție supracurent	9
8 , conform invenției, în legătură cu blocul de control 1 cunoscut.	
Acționarea electrică, conform fig. 1, are ca parte principală blocul de control 1 , care	11
folosește controlerul analogic de tip MC33035, specializat în comanda acționărilor cu undă	13
dreptunghiulară și traductor de poziție de tip Hall, care controlează acționarea, și la care sunt	
conectate un bloc de comenzi și semnalizări 2 , care realizează interfața cu utilizatorul, un	15
bloc de comandă pe grilă superior 3 și un bloc de comandă pe grilă inferior 4 , fiecare din	
acestea amplifică în curent semnalele de comandă și asigură nivelul de tensiune necesar.	17
Blocurile 3 și 4 la rândul lor comandă puntea de tranzistoare MOSFET dintr-un bloc de forță	
5 , unde este conectat un motor sincron cu sonde Hall 6 . Blocul de control 1 schimbă sem-	19
nale cu un bloc de eroare 7 cu blocare temporizată a funcționării, cu un bloc protecție supra-	
curent 8 , care elimină impulsurile perturbatoare care generează erori de supracurent, cât	21
și cu un bloc protecție supratemperatură 9 , care monitorizează temperatura radiatorului de	
căldură pe care sunt montate tranzistoarele de forță. În fig. 2 este reprezentat blocul de	23
control 1 , unde se găsește controlerul MC33035 care are o schemă de lucru cunoscută, con-	
form bibliografiei, și sunt prezentate trei componente electronice pasive (R2, C1, R5) la care	25
se face referire în descriere și blocurile 7 și 8 în detaliu. Pe pinul 9 , CS_NI, al controlerului	
este tensiunea U _s , care este tensiunea U _{shunt} de pe șuntul R _s (culeasă) din blocul de forță	27
5 , trecută prin circuitul de filtrare trece-jos R2-C1. La același pin 9 al controlerului este	
conectat și pinul 3 al circuitului U2A, care este ieșirea unei porți logice ȘI-NU cu drena în gol	29
de tip CD40107.	
Funcționarea blocului de eroare 7 (din fig. 2) este următoarea: controlerul lucrează	31
corect și tensiunea pe ieșirea de erori (pinul 14) U _{fault} este tensiunea sursei de alimentare	
+12 V, iar condensatorul C3 este încărcat la aceeași tensiune prin rezistența R5+R6, în	33
momentul când apare o eroare, de exemplu un supracurent peste curentul maxim setat,	
atunci tensiunea U _{fault} pe circuit coboară la OV, iar condensatorul C3 începe să se des-	35
carce, dacă eroarea persistă sau apare în mod repetat, este posibil ca tensiunea pe C3 să	
scadă sub tensiunea de basculare a porții A, ȘI-NU, din circuitul U3 de tip CD74HC132.	37
Poarta U3A, împreună cu poarta U3B, formează un circuit bistabil R-S.	
Deci, circuitul bistabil R-S își schimbă starea logică din normal când U3A/U3B au	39
nivelurile logice OL/1 L în starea de avarie când avem 1 L/OL. În aceasta stare, este pus la	
masă catodul diodei D4 și care face ca pe intrarea OE, respectiv pinul 7 al controlerului	41
MC33035 să fie 0,6...0,7 V cât este tensiunea în conducție a diodei D4 , iar controlerul	
MC33035 se blochează, conform datelor de catalog. Pentru repornirea controlerului	43
MC33035, trebuie resetat circuitul bistabil R-S, care se face pe pinul 5 al porții U3B, conec-	
tându-l la masă, apăsând pe butonul SW1, care este normal deschis, iar pe intrarea OE este	45
1L, respectiv 5.7 V care asigură repornirea controlerului. Rezistența R7 asigură nivelul logic	
1L pentru poarta U3B și împreună cu condensatorul C4 filtrează impulsurile parazite, care pot	

RO 125635 B1

apărea de la comutația butonului **SW1** sau datorită tensiunilor perturbatoare electromagnetice induse, care ar perturba funcționarea bistabilului. Constanta de timp R6-C3 se alege în funcție de aplicație și este de ordinul 20...100 ms. Constanta de timp R7-C4 se alege mai mică decât cea anterioară cu cel puțin 30% și mai mare de 10 ms.

În acest mod se obține blocarea circuitului bistabil R-S la conectarea sursei de alimentare și de asemenea se obțin blocările la evenimente nedorite: tensiune redusă de alimentare a controlerului, deconectarea accidentală a traductorului de poziție cu sonde HALL, supracurent, supratemperatură.

Funcționarea blocului de protecție la supracurent **8** constă în faptul că atât timp cât controlerul MC33035 lucrează corect, el generează semnal PWM pe una din ieșirile Ab (pin 21), Bb (pin 20) sau Cb (pin 19) care ajunge la un circuit de diferențiere **C2-R4** prin intermediul unei porți logice SAU formată din diodele **D1**, **D2**, **D3** și rezistența **R3**.

Impulsul obținut de la circuitul de diferențiere **C2-R4** este aplicat pe ambele intrări ale porții logice ȘI-NU **U2A** și face ca ieșirea acesteia să deschidă tranzistorul de ieșire cu drenă în gol și să conducă curentul la masă. În acest moment, pe condensatorul **C1**, avem în paralel rezistența drenă-sursă de conducție a tranzistorului de ieșire, Rds_on, din poarta ȘI-NU, care are o valoare mai mică de 10 Ω, care este mult mai mică decât valoarea lui **R2**. Deci, se formează un divisor de tensiune care reduce de cel puțin 20 de ori tensiunea **Us**. Astfel impulsul de tensiune care apare pe șunt în momentul comutației și care generează comanda falsă de supracurent este redus în funcție de raportul R2/Rds_on. Constanta de timp a circuitului de diferențiere **C2-R4** se alege mai mare decât timpul total mediu de întârziere al comenzii pe grilă cu 300...500 ns. În acest mod, nu mai este nevoie să fie crescută constanta de timp a filtrului de curent **R2-C1**, pentru a anula acest impuls perturbator.

Modul de funcționare al acționării electrice cu undă dreptunghiulară și cu sonde Hall conform invenției constă în faptul că blocul de control **1** (cunoscut), realizat cu un controler analogic MC33035 specializat, generează toate semnalele de control și o parte din semnalele de avarie. El generează semnalele de comandă PWM în funcție de poziția rotorului motorului sincron, dată de sondele Hall și menține turația constantă a motorului, în funcție de valoarea prestabilită de un bloc de comenzi și semnalizări **2**, urmărește curentul prin motor și după caz îl reduce dacă depășește valoarea prestabilită sau îl oprește, blocând motorul în caz de avarie. Semnalele PWM generate de un bloc de control **1** sunt folosite la condiționarea semnalelor de comandă în grilă a tranzistoarelor de putere dintr-un bloc de forță **5** cu ajutorul unui bloc de comandă pe grilă superior **3** și al unui bloc de comandă pe grilă inferior **4**, care fiecare amplifică aceste semnale și asigură deplasarea nivelului de tensiune necesar de comandă. Un bloc de forță **5** este conectat la un motorul sincron cu magneți permanenți și cu sonde Hall. De asemenea, blocul de control **1** (cunoscut) preia semnalele de comandă ale acționării de la un bloc de comenzi și semnalizări **2**, care generează turația de referință, comanda înainte/înapoi a motorului, comandă oprire/pornire și semnalizează avariile apărute. Un bloc de eroare **7** asigură blocarea temporizată a blocului de comandă **1** și implicit a acționării la apariția avariilor în timpul funcționării sesizate de controler, cum ar fi spre exemplu o subtensiune de alimentare, un cod incorect dat de sondele Hall, un curent de funcționare mai mare decât cel maxim setat, o supratemperatură la blocul de forță. Blocul de protecție supracurent **8** elimină impulsurile parazite de tensiune apărute pe șunt în momentul comutației circuitului de forță, fiind conectat la blocul de comandă **1** pe intrarea de curent a controlerului, în acest mod acesta citește curentul real de lucru al motorului. Un bloc protecție supratemperatură **9** măsoară temperatura radiatorului de căldură pe care sunt montate tranzistoarele unui bloc de forță **5** și dacă este peste nivelul maxim prestabilit trimite semnal de avarie către blocul de comandă. Un bloc surse de alimentare **10** include toate sursele de tensiune utilizate de fiecare bloc.

RO 125635 B1

Revendicări

1. Acționare electrică pentru motoare sincrone cu magneți permanenți, **caracterizată prin aceea că** este alcătuită dintr-un bloc de control (1) care folosește un controler analogic MC33035 și la care sunt conectate un bloc de comenzi și semnalizări (2), care realizează interfața cu utilizatorul, un bloc de comandă pe grilă superior (3) și un bloc de comandă pe grilă inferior (4) care amplifică fiecare în curent semnalele de comandă și asigură nivelul de tensiune necesar pentru puntea de tranzistoare MOSFET dintr-un bloc de forță (5) la care este conectat un motor sincron cu sonde Hall (6), iar blocul de control (1) preia semnale de la un bloc de eroare (7), care asigură blocarea temporizată a controlerului analogic MC33035 în momentul în care apar avarii în funcționare, de la un bloc protecție supracurent (8), care elimină impulsurile parazite apărute la comutație pe șunt și de la un bloc protecție supratemperatură (9).
2. Acționare electrică, conform revendicării 1, alcătuită dintr-un bloc de control (1) cu un controler analogic MC33035 care are la un pin (14) FAULout conectată rezistența (R5), **caracterizată prin aceea că** este conectată la un bloc de eroare (7) care preia eroarea generată de controlerul analogic MC33035 și îl blochează după un timp prestabilit astfel încât un pin (14) al controlerului este conectat la un filtru (R6-C3) care filtrează tensiunea de eroare FAUL, este legat la intrarea de set a unui circuit bistabil R-S care asigură funcționarea/blocarea controlerului analogic MC33035, respectiv o poartă (U3A) de tip CD74HC132, iar pe intrarea de reset a circuitului bistabil R-S, respectiv o poartă (U3B) de același tip ca cea anterioară este legat un circuit de filtrare (R7-C4) și un buton SW1, iar la ieșirea unei porți (U3B) este conectat catodul unei diode (D4), anodul unei diode (D4) este conectat la intrarea OE, respectiv un pin (7) al controlerului analogic MC33035.
3. Acționare electrică, conform revendicării 1 și 2, formată din blocul de control (1) alcătuit cu controlerul analogic MC33035 la care pe pinul 9 CS_N1 este conectat un filtru (R2-C1), **caracterizată prin aceea că** este conectată la un bloc protecție supracurent (8) astfel încât un pin 9 CSIN al unui controler analogic MC33035 este conectat la ieșirea unei porți logice ȘI-NU cu drena în gol de tip CD40107, care are legate pe ambele intrări un circuit de diferențiere (C2-R4) care are o constantă de timp cu 300...500 ns în plus față de timpul mediu de întârziere la comandă pe grilă, iar la acesta este conectată o poartă logică SAU făcută cu niște diode (D1, D2, D3) și (R3), care preiau semnalul PWM prezent pe una din niște ieșiri Ab pe pinul 21, Bb pe pinul 20, Cb pe pinul 19 ale controlerului.

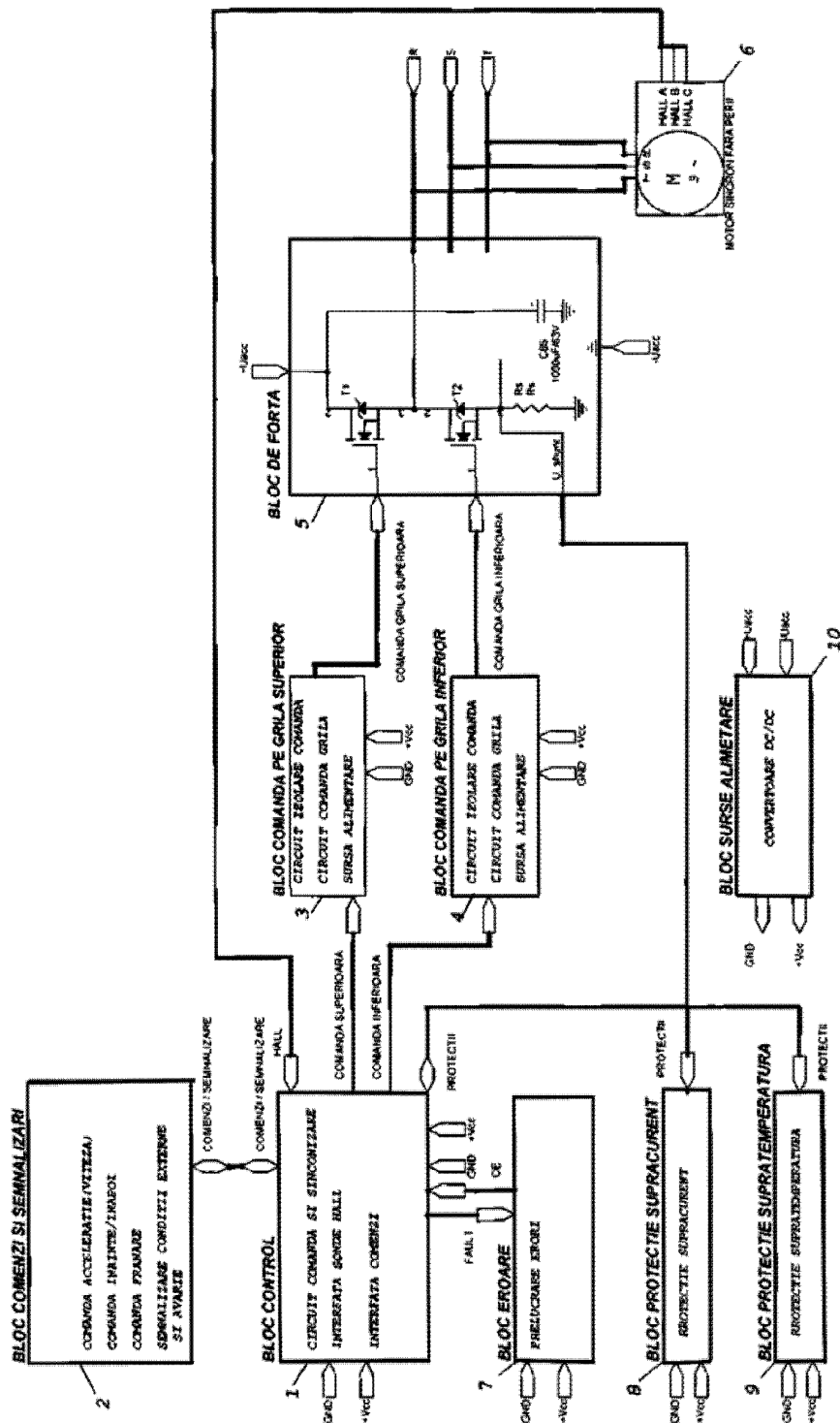


Fig. 1

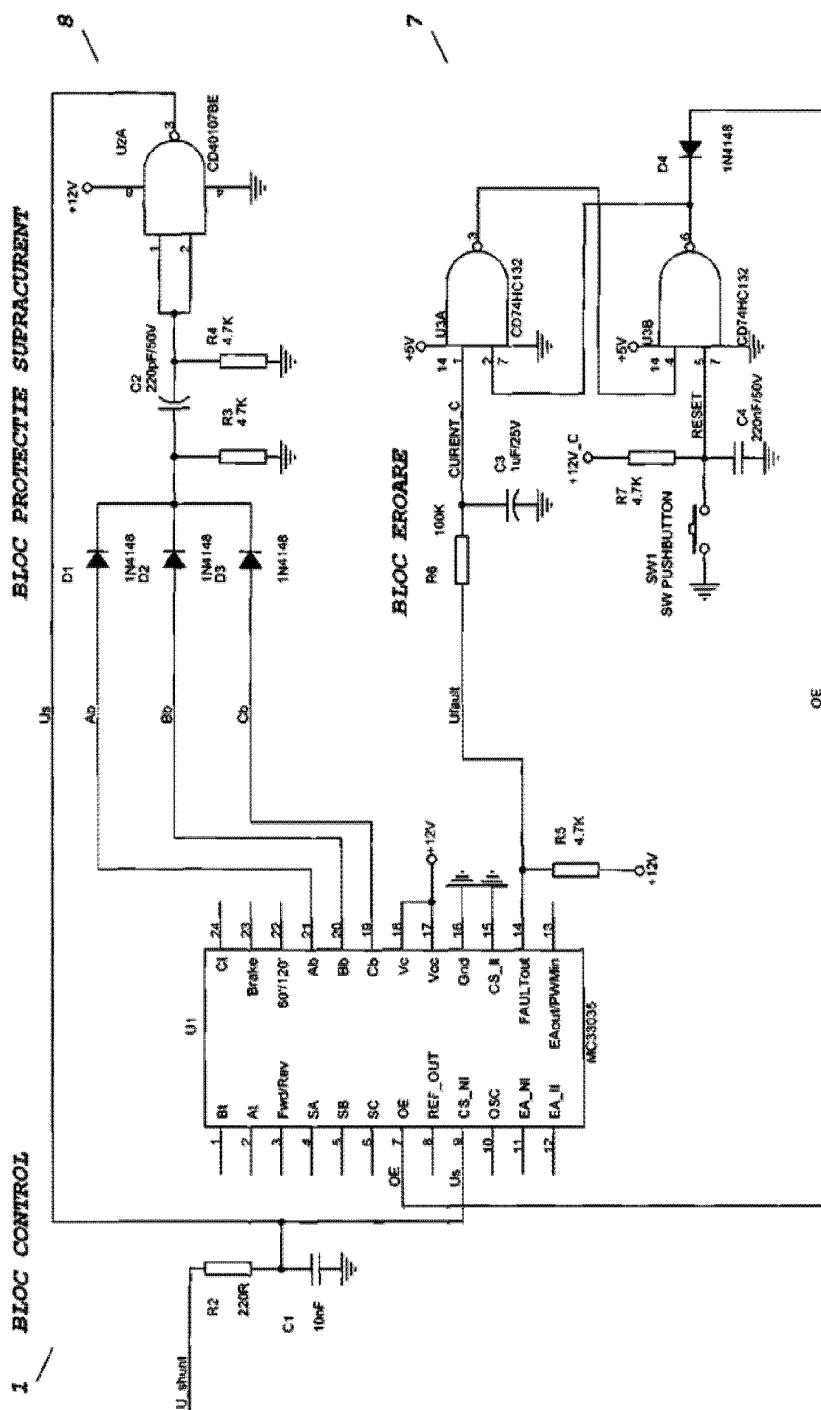


Fig. 2

