



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01107**

(22) Data de depozit: **03/11/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/03/2019** BOPI nr. **3/2019**

(41) Data publicării cererii:  
**28/06/2013** BOPI nr. **6/2013**

(73) Titular:  
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ  
ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM  
TIMIȘOARA, BD.MIHAI VITEAZU NR.30,  
TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:  
• **VERBITCHI VICTOR,  
STR. DUMITRU KIRIAC NR.10, AP.11,  
TIMIȘOARA, TM, RO;**

• **ROȘU RADU ALEXANDRU,  
STR.REPUBLICII, BL.19, SC.2, AP.23,  
TÂRGU-JIU, GJ, RO;**  
• **MURARIU ALIN CONSTANTIN,  
STR.CIRCUMVALAȚIUNII NR.32,  
BL.75,ET.3, AP.24, TIMIȘOARA, TM, RO;**  
• **SÎRBU NICUȘOR ALIN,  
INTRAREA POGONICI NR. 4, ET. 4, AP. 66,  
TIMIȘOARA, TM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**RO 91202; JPS 62244294 A**

(54) **REGULATOR DE TURAȚIE CU REACȚIE DE TENSIUNE  
ELECTROMOTOARE INTERNĂ**



# RO 128560 B1

1 Inventția se referă la un regulator de turație cu reacție de tensiune electromotoare  
internă pentru motor electric de curent continuu. Regulatorul propus este un dispozitiv elec-  
3 tronic ce funcționează în impulsuri modulate în durată, utilizează reacția de tensiune electro-  
motoare a motorului acționat, are circuite de protecție rapidă și temporizată, și este prevăzut  
5 cu comenzi secvențiale pentru automatizare.

Domeniul de aplicare industrială a regulatorului de turație cu reacție de tensiune elec-  
7 tromotoare internă propus este reprezentat de acționările electrice cu turație variabilă de la  
diverse categorii de utilaje, care solicită menținerea stabilă a turației cu abateri de maximum  
9  $\pm 4\%$  față de valoarea prescrisă, pentru variații în limite admisibile ale tensiunii de alimentare  
și ale curentului de sarcină, și care au prevăzută o plajă de reglare de cel puțin 20:1, ce  
11 reprezintă raportul dintre turația maximă și turația minimă ale domeniului de turație prescris.  
În particular, regulatorul de turație propus este destinat pentru acționările, având puterea  
13 nominală de 0,1...2,2 kW, de la echipamente de sudare mecanizată și automatizată.

În situația actuală, la regulatoarele sau variatoarele de turație pentru motoarele de  
15 curent continuu (c.c.) este utilizată reacția de turație dată de un tahogenerator, cuplat  
mecanic cu arborele motorului, sub forma unei tensiuni proporționale cu turația, care este  
17 însumată algebric, pe cale analogică sau digitală, cu o tensiune de referință (de semn opus),  
proporțională cu turația prescrisă, iar semnalul de eroare rezultat este amplificat și aplicat  
19 la intrarea generatorului de impulsuri de comandă pentru dispozitivele electronice de putere  
(tiristori, respectiv tranzistori), care sunt elementele de execuție prin care este reglată  
21 tensiunea medie de alimentare aplicată la bornele motorului de c.c. Aceste scheme electrice  
de principiu presupun existența unui tahogenerator, ceea ce atrage după sine dezavantajele  
23 următoare: gabarit mai mare al mecanismului și dificultăți de amplasare, dificultăți în  
proiectare și execuție, dar și un cost mai ridicat al acționării electrice. Reacția de turație de  
25 la tahogenerator este externă față de sistemul reglat, constituit de motorul electric.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în controlul turației unui motor de  
27 curent continuu, prin utilizarea ca reacție a regulatorului de turație, tensiunea electromotoare  
generată de motorul de c.c. în intervalele de timp când acesta nu este alimentat, neutilizând  
29 astfel un tahogenerator.

Această problemă tehnică se rezolvă printr-un regulator de turație cu reacție de ten-  
31 siune electromotoare internă pentru motor de curent continuu, constituit dintr-un comparator  
conectat la ieșire cu un amplificator operațional și un generator de impulsuri PWM modulate  
33 în durată, caracterizat prin aceea că:

- generatorul de impulsuri modulate în durată are frecvența constantă  $f$  în domeniul  
35 500...1500 Hz, regulatorul conținând, în plus:

- un alt amplificator pentru curentul de bază, care preia impulsurile de la generatorul  
37 de impulsuri, la ieșirea sa directă având durata de conducție a impulsurilor  $\Delta t_{\text{conducție}}$   
proporțională cu valoarea tensiunii de comandă  $u_m$ ;

- un tranzistor bipolar Darlington de putere, care funcționează în regim de comutație  
39 la frecvența menționată, în impulsuri dreptunghiulare, care conectează periodic din emitorul  
acestuia, cu perioada de repetiție  $T$  pe o durată egală cu  $\Delta t_{\text{conducție}}$  variabilă, tensiunea de  
41 alimentare  $U_a$  la un motor electric de curent continuu;

- un comutator de reacție tranzistorizat, comandat de la ieșirea complementară a  
43 generatorului de impulsuri, în opoziție de fază cu tranzistorul bipolar Darlington de putere,  
având la ieșirea sa tensiunea electromotoare  $u_e$ , sub formă de impulsuri;

- un circuit de integrare, analog sau digital, care reconstituie forma continuă a tensiunii  
45 electromotoare și anulează prin compensare reciprocă vârfurile de tensiune pozitive și  
47 negative produse de procesele de comutație datorate inductivității rotorului motorului la

# RO 128560 B1

stabilirea și întreruperea curentului de sarcină $I_s$ , astfel încât tensiunea continuă de la ieșirea circuitului de integrare se aplică mai departe ca reacție de tensiune electromotoare $U_e = k n$ la intrarea comparatorului.	1
Avantajele regulatorului de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă, conform invenției, sunt următoarele:	3
- asigură menținerea constantă a turației unui motor de c.c. la orice valoare din domeniul de turație prescris, prin utilizarea reacției de tensiune electromotoare a motorului, care este proporțională cu turația, fără a se utiliza un tahogenerator;	5
- efectuează limitarea curentului instantaneu în regimul dinamic de funcționare a motorului la o valoare prestabilită $i_{Max}$ , pentru protecția rapidă;	7
- realizează protecția la suprasarcină a tranzistorului de putere și a motorului electric, în cazul în care curentul de sarcină atinge valoarea maximă admisă $i_{Max}$ ;	9
- realizează o secvență de comenzi temporizate la pornire și la oprire, făcând astfel posibilă programarea funcționării unui echipament automatizat;	11
- este compatibil cu un programator de proces bazat pe microprocesor sau cu un calculator personal, pentru programarea și conducerea procesului tehnologic;	13
- permite modificarea turației pe parcursul procesului de exploatare a motorului electric, ceea ce este necesar pentru corecții în timp real ale parametrilor tehnologici;	15
- necesită un număr redus de componente suplimentare în aplicații specializate;	17
- permite executarea unor sisteme de acționare electrică având gabarit redus;	19
- permite modernizarea unor sisteme de acționare electrică aflate în exploatare în prezent, unde nu este posibilă sau este dificilă montarea unui tahogenerator;	21
- permite efectuarea de comenzi și reglaje rapide;	23
- necesită alimentarea în curent alternativ de la o singură tensiune de alimentare.	25
O prezentare a regulatorului de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă este realizată în:	27
- figură, care reprezintă schema de principiu a regulatorului de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă.	29
Regulatorul de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă, conform invenției, are ca obiect reglarea turației unui motor de c.c. pentru orice valoare din domeniul de turație prescris, fără utilizarea unui tahogenerator.	31
Principiul de funcționare al regulatorului de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă propus este descris în continuare.	33
La alimentarea în regim de impulsuri modulate în durată a unui motor electric de c.c. există o perioadă de comutație sau de repetiție a impulsurilor, ce corespunde frecvenței de lucru a generatorului de impulsuri cu modulație a duratei impulsului (Pulse Width Modulation) PWM. Pe durata fiecărui impuls există un interval de timp de conducție $\Delta t_{conducție}$ , în care tensiunea de alimentare $U_a$ este aplicată la bornele motorului electric, respectiv un interval de timp de pauză, în care tensiunea de alimentare $U_a$ nu este aplicată motorului.	35
Tensiunea electromotoare, proporțională cu turația, este preluată ca reacție în intervalele de pauză de alimentare. Acest lucru este posibil, întrucât mașina electrică de curent continuu este reversibilă, astfel încât aceasta funcționează momentan ca generator de c.c. În intervalele $\Delta t_{pauza}$ , conform ecuației tensiunii generatorului de c.c., considerată aici doar pentru intervalul de timp $\Delta t_{pauza}$ :	37
$U_e = U(\Delta t_{pauza}) + I_g R_i$	39
$U_e = k n$	41
$I \approx 0$	43
$U(\Delta t_{pauza}) = k n$	45
	47

# RO 128560 B1

1 unde:

3  $U_e$  [V] este tensiunea electromotoare a mașinii de c.c, care funcționează de fapt ca generator de c.c. în intervalele  $\Delta t_{\text{pauza}}$ ;

5  $U(\Delta t_{\text{pauza}})$  [V] este tensiunea la bornele mașinii de c.c. în intervalele de pauză  $\Delta t_{\text{pauza}}$ ;

7  $I_g$  [mA] este curentul debitat de mașina de c.c. în intervalele  $\Delta t_{\text{pauza}}$  către comutatorul de reacție tranzistorizat al regulatorului; acest curent este de ordinul miliamperilor și el se poate neglija;

9  $n$  [rot/min] este turația rotorului mașinii de c.c, proporțională cu viteza unghiulară  $\Omega$  [rad/s];

11  $k$  [Vmin/rot] este constanta mașinii electrice de c.c;

13  $R_i$  [ $\Omega$ ] este rezistența electrică a rotorului mașinii de c.c.

15 În schimb, în intervalele de timp de conducție  $\Delta t_{\text{conducție}}$ , tensiunea de reacție nu este preluată, deoarece la bornele mașinii de c.c. este aplicată tensiunea de alimentare  $U_a$ , conform ecuației tensiunii motorului de c.c., considerată aici doar pentru intervalul de timp  $\Delta t_{\text{conducție}}$ :

17 
$$U(\Delta t_{\text{conducție}}) = U_e + I_m R_i \quad (5)$$

17 
$$U(\Delta t_{\text{conducție}}) = U_a \quad (6)$$

unde:

19  $U(\Delta t_{\text{conducție}})$  [V] este tensiunea la bornele motorului electric de c.c. în intervalele de timp de conducție  $\Delta t_{\text{conducție}}$ ;

21  $U_e$  [V] este tensiunea electromotoare a motorului de c.c;

23  $I_m$  [A] este curentul rotoric de sarcină al motorului de c.c;

25  $R_i$  [ $\Omega$ ] este rezistența electrică a rotorului mașinii de c.c. în regim de motor, identică cu cea din relațiile 1...4.

27 În literatura de specialitate au fost identificate anumite brevete de invenție referitoare la reglatoarele de turație pentru motor de curent continuu care utilizează reacția de tensiune electromotoare, dar acestea se bazează pe alte soluții tehnice.

29 Dispozitivul de reglare a turației, **RO 91202** din 30.03.1987, conține un bloc de eșantionare-memorare a tensiunii contra-electromotoare, care este denumirea mai veche a tensiunii electromotoare, ținând cont că aceasta are sens invers față de tensiunea de alimentare. Însă, în acest brevet, tensiunea medie de alimentare a motorului este modificată de o punte semicomandată (formată din doi tiristori și două diode), spre deosebire de soluția tehnică din prezenta descriere de invenție, unde tensiunea medie de alimentare este dată de un tranzistor bipolar Darlington de putere. Detectorul tensiunii electromotoare, generatorul și amplificatorul de impulsuri de comandă sunt diferiți în cazul tranzistorului, comparativ cu cazul tiristoarelor. Așadar, soluția tehnică din acest brevet este diferită față de soluția tehnică propusă aici.

39 Rezumatul brevetului **JPH 04139089** din 12.05.1992 prezintă soluția tehnică la modul foarte general, prin schema bloc, în care nu sunt traduse în limba engleză denumirile anumitor componente, respectiv nu este explicat rolul acestor componente. Se precizează că "un sumator scade forța contra-electromotoare din semnalul de diferență de viteză dat de un filtru și corectează semnalul de diferență de viteză bazat pe semnalul de forță contra-electromotoare ca semnal de reacție". Soluția tehnică din prezenta descriere de invenție nu utilizează un astfel de sumator în acest mod de funcționare.

45 Rezumatul nu precizează care sunt elementele de comutație de forță, nici componenta circuitului de detectare a forței contra-electromotoare și nici modul de funcționare al acestui circuit. În această situație, soluția tehnică din acest rezumat de brevet nu este prezentată suficient de clar și nu poate fi comparată cu soluția tehnică propusă în prezenta descriere de invenție.

# RO 128560 B1

Forța contra-electromotoare este termenul științific mai vechi pentru noțiunea de tensiune electromotoare. Această formă a termenului se bazează pe faptul că tensiunea este o forță generalizată în teoria lui Lagrange a forțelor generalizate. Denumirea "forță contra-electromotoare" arată că acest vector are sens contrar tensiunii de alimentare.

Soluția tehnică din **JP 2000354395** din 19.12.2000 prezintă un regulator de turație care utilizează forța contra-electromotoare și are anumite diferențe față de soluția tehnică din descrierea de față.

Prima diferență constă în faptul că în brevetul de mai sus este utilizat ca element de execuție pentru comutație un tranzistor cu efect de câmp (Field Effect Transistor) FET, spre deosebire de soluția tehnică din descrierea de față, în care se utilizează un tranzistor bipolar Darlington, care are alte conexiuni și alte domenii de curent de comandă, în funcție de curentul de sarcină.

A doua diferență rezidă în circuitul pentru detectarea forței contra-electromotoare, a cărei componentă și a cărei funcționare nu sunt descrise în rezumatul brevetului de mai sus, spre deosebire de soluția tehnică prezentată aici, în care se utilizează un tranzistor bipolar Darlington, iar componenta și funcționarea circuitelor de conectare a tensiunii electromotoare a motorului de curent continuu sunt descrise. Aceste circuite nu pot fi identice în cele două cazuri, deoarece fenomenele de comutație, care apar în circuitele de detecție, sunt diferite la un tranzistor FET, comparativ cu un tranzistor bipolar Darlington.

A treia diferență constă în aceea că circuitul de reacție care reglează regimul de comutație și comandă pentru tranzistorul FET are probabil o altă componentă și un alt mod de funcționare (care nu sunt descrise în rezumat), decât circuitul cu funcție echivalentă din descrierea de invenție, în care se utilizează un tranzistor bipolar Darlington.

Regulatorul de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă, conform invenției, este constituit din următoarele componente, având modul de funcționare descris: un comparator combinat cu un amplificator **AO1**, iar la intrarea directă a comparatorului se aplică o tensiune de referință  $U_{ref}$  proporțională cu o turație de referință  $n_{ref}$ , preluată de la un potențiomtru  $R_{ref}$  și inversată, în prealabil, de către un amplificator **AO2** cu rol de inversor, respectiv la intrarea complementară a comparatorului se aplică o reacție de tensiune electromotoare  $U_e$ , care este internă, deoarece este preluată din interiorul sistemului reglat, astfel încât semnalul de eroare de la ieșirea amplificatorului **AO1** este aplicat ca tensiune de comandă  $u_m$  la intrarea unui generator de impulsuri modulate în durată **PWM**, care generează impulsuri ce au o frecvență  $f$  de 500...1500 Hz, respectiv perioada de repetiție  $T = f^{-1}$ , și a căror durată  $\Delta t_{conducție}$  este proporțională cu valoarea tensiunii de comandă  $u_m$ , impulsuri aplicate la intrarea unui alt amplificator pentru curentul de bază **ACB**, a cărei ieșire comandă baza unui tranzistor bipolar Darlington de putere **TD**, funcționând în regim de comutație în impulsuri dreptunghiulare, care conectează periodic, cu perioada de repetiție  $T$  și pe o durată  $\Delta t_{conducție}$  reglabilă, un motor electric de curent continuu **M** la tensiunea de alimentare  $U_a$  (obținută prin redresare, în prealabil), în așa fel încât tensiunea medie de alimentare ce rezultă la bornele motorului de c.c.  $M$  este dată de relația:

$$U_{med} = U_a \Delta t_{conducție} / T, \quad (7)$$

respectiv, în intervalul de timp de pauză  $\Delta t_{pauza}$ , când tranzistorul de putere **TD** nu conduce curentul de sarcină, tensiunea la bornele motorului electric **M** este egală cu tensiunea electromotoare  $U_e$  și proporțională cu turația  $n$  a motorului de c.c.  $M$ , aflat momentan în situația de mașină de curent continuu în regim de generator de c.c., care se rotește în virtutea inerției, iar prin intermediul unui comutator de reacție tranzistorizat **CRT** comandat de la ieșirea complementară a generatorului de impulsuri **PWM**, în opoziție de fază cu tranzistorul

# RO 128560 B1

1 de putere **TD**, această tensiune electromotoare  $U_e$  sub formă de impulsuri este preluată și  
integrată de către un circuit de integrare **CI**, analogic sau digital, și aplicată, în continuare,  
3 ca reacție de tensiune electromotoare  $U_e$  sub formă de tensiune continuă, la intrarea comple-  
mentară a comparatorului combinat cu amplificatorul **AO1**, astfel încât întregul sistem  
5 prezentat, având soluția tehnică descrisă, asigură menținerea turației  $n$  a motorului de c.c.  
 $M$  la valoarea turației de referință  $n_{ref}$ , având în vedere că reacția de tensiune electro-  
7 motoare  $U_e$  este proporțională cu turația ( $U_e = k n$ ), întrucât circuitul de integrare **CI** a recon-  
stituit forma continuă a tensiunii electromotoare și a anulat, prin compensare reciprocă,  
9 vârfurile de tensiune pozitive și negative produse de procesele de comutație datorate induc-  
tivității rotorului motorului electric **M**; regulatorul de turație cu reacție de tensiune electro-  
11 motoare internă, conform invenției, conține, de asemenea, un amplificator **AO3**, având rol  
de comparator, iar pe intrarea directă a comparatorului **AO3** se aplică o tensiune de referință  
13 proporțională cu valoarea curentului instantaneu maxim admis  $i_{Max}$ , care este limita dinamică  
de curent, respectiv la intrarea complementară a comparatorului **AO3** se aplică o reacție de  
15 curent  $i_r$ , preluată de pe un șunt  $R_s$  înseriat cu motorul electric **M**, astfel încât, atunci când  
curentul instantaneu de sarcină  $i_s$  a atins valoarea curentului instantaneu maxim admis  $i_{Max}$ ,  
17 comparatorul **AO3** dă la ieșirea sa un semnal treaptă de tensiune maximă pozitivă, care  
comandă amplificatorul pentru curentul de bază **ACB**, în așa fel încât curentul de colector  
19 al tranzistorului de putere **TD** se reduce rapid, cu un timp de răspuns introdus numai de  
caracteristicile dinamice ale amplificatorului **AO3**, precum și de inductivitatea parazită și de  
21 capacitatea parazită ale circuitului reacției de curent, până la valoarea prescrisă a unui  
curent de suprasarcină  $I_{max}$ , în scopul protecției rapide la impulsuri de curent a tranzistorului  
23 de putere **TD** și a motorului electric **M**, la pornire și la variații bruște și de scurtă durată ale  
cuplului rezistent și ale forțelor inerțiale la arborele motorului electric **M**; regulatorul de turație  
25 cu reacție de tensiune electromotoare internă, conform invenției, conține, de asemenea, un  
amplificator **AO4**, având rol de comparator, iar pe intrarea directă a comparatorului **AO4** se  
27 aplică o tensiune de referință proporțională cu valoarea prescrisă a curentului de supra-  
sarcină maxim  $I_{max}$ , respectiv pe intrarea complementară a comparatorului **AO4** se aplică o  
29 reacție de curent  $i_r$ , preluată de pe șuntul  $R_s$ , prin intermediul unui circuit de temporizare  
având o anumită constantă de timp  $T_i$ , astfel încât, atunci când curentul de sarcină prin  
31 motorul electric  $M$  a atins valoarea prescrisă a curentului de suprasarcină maxim  $I_{max}$  pe un  
interval de timp  $\Delta t_{protecție} = 3 T_i$ , comparatorul **AO4** produce la ieșirea sa un semnal treaptă  
33 de tensiune maximă, care comandă un circuit de automenținere **CA**, iar acesta aplică tensiu-  
nea sa de alimentare la intrarea directă a comparatorului, combinat cu amplificatorul **AO1**,  
35 anulând referința de turație și întrerupând astfel funcționarea motorului electric **M**, în scopul  
protecției la suprasarcină a tranzistorului de putere **TD** și a motorului electric **M**, ale căror  
37 caracteristici tehnice au determinat alegerea valorilor prescrise pentru  $I_{max}$  și  $\Delta t_{protecție}$ , în așa  
fel încât funcționarea poate fi reluată numai după întreruperea alimentării de la întrerupătorul  
39 principal  $K_0$  al echipamentului, remedierea deranjamentului sau a defecțiunii ce a cauzat  
suprasarcina și, apoi, recuplarea alimentării; regulatorul de turație cu reacție de tensiune  
41 electromotoare internă, conform invenției, conține, de asemenea, patru microrelee **d1**, **d2**,  
**d3** și **d4**, comandate prin intermediul unor circuite de temporizare **T1**, **T2**, **T3** și **T4**, precum  
43 și două relee miniatură **d23** și **d24**, un releu de frânare **d5** și un releu de reversare **d6** (opțio-  
nal), care realizează împreună o secvență programabilă de conectări temporizate la pornire  
45 (de exemplu: gaz de protecție, sursă de sudare, motor, poziționar etc.), având anumite  
constante de timp, și, respectiv, o altă secvență programabilă de deconectări temporizate  
47 la oprire (de exemplu: oprirea motorului, frânarea, decuplarea sursei de sudare, oprirea

# RO 128560 B1

manipulatorului, întreruperea gazului de protecție etc.), având alte constante de timp, ambele secvențe fiind în conformitate cu diagrama temporală de funcționare a echipamentului industrial (de sudare), în cadrul căruia este utilizat regulatorul, iar declanșarea secvenței de conectări de la pornire și a secvenței de deconectări de la oprire se efectuează de la un singur buton <b>K1</b> pentru comanda centralizată de pornire-oprire; regulatorul de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă, conform invenției, conține, de asemenea, următoarele componente necesare pentru funcționare, care nu sunt, însă, relevante pentru principiul de funcționare: întrerupătorul general <b>Ko</b> pentru cuplarea tensiunii alternative de alimentare <b>Uo</b> , la ieșirea căruia se verifică prezența tensiunii <b>Uca</b> , siguranța <b>F1</b> , redresorul <b>V1</b> , siguranța <b>F3</b> , sursa de tensiune pozitivă <b>STP</b> pentru alimentarea cu tensiunea V+ a circuitelor electronice ale componentelor, sursa de tensiune negativă <b>STN</b> pentru alimentarea cu tensiunea V- a circuitelor electronice ale componentelor, siguranța <b>F2</b> , circuitul de supresare a vârfurilor de tensiune de comutație <b>RC</b> , excitația motorului electric parcursă de curentul <i>lex</i> , dioda de stingere <b>Dm</b> , circuitul de anclanșare <b>A5</b> comandat de tensiunea <b>U5</b> pentru întreruperea frânării, care este normal aplicată prin conectarea rezistenței <b>Rf</b> la bornele rotorului motorului electric, circuitele de anclanșare <b>A3</b> și <b>A4</b> , diodele <b>D1</b> , <b>D2</b> , <b>D3</b> , <b>D4</b> și <b>D5</b> , care au rol de separare a circuitelor de comandă.	1 3 5 7 9 11 13 15 17
---	---

# RO 128560 B1

## Revendicare

1

3

Regulator de turație cu reacție de tensiune electromotoare internă pentru motor de curent continuu, constituit dintr-un comparator (**C1**) conectat la ieșire cu un amplificator (**AO1**) operațional și un generator de impulsuri (**PWM**) modulate în durată, **caracterizat prin aceea că:**

5

7

- generatorul de impulsuri (**PWM**) modulate în durată are frecvența constantă  $f$  în domeniul 500...1500 Hz, regulatorul conținând, în plus,

9

- un alt amplificator (**ACB**) pentru curentul de bază, care preia impulsurile de la generatorul de impulsuri (**PMW**), iar la ieșirea sa directă având durata de conducție a impulsurilor  $\Delta t_{\text{conducție}}$  proporțională cu valoarea tensiunii de comandă  $u_m$ ;

11

13

- un tranzistor bipolar Darlington de putere (**TD**), care funcționează în regim de comutație la frecvența menționată, în impulsuri dreptunghiulare, care conectează periodic din emitorul acestuia, cu perioada de repetiție  $T$  pe o durată egală cu  $\Delta t_{\text{conducție}}$  variabilă, tensiunea de alimentare  $U_a$  la un motor electric de curent continuu;

15

17

- un comutator (**CRT**) de reacție tranzistorizat comandat de la ieșirea complementară a generatorului de impulsuri (**PMW**), în opoziție de fază cu tranzistorul bipolar Darlington de putere (**TD**), având la ieșire sa tensiunea electromotoare  $u_e$ , sub formă de impulsuri;

19

21

- un circuit de integrare (**CI**), analog sau digital, care reconstituie forma continuă a tensiunii electromotoare și anulează prin compensare reciprocă vârfurile de tensiune pozitive și negative produse de procesele de comutație datorate inductivității rotorului motorului la stabilirea și întreruperea curentului de sarcină  $I_s$ , astfel încât tensiunea continuă de la ieșirea

23

circuitului de integrare se aplică mai departe ca reacție de tensiune electromotoare  $U_e = kn$  la intrarea comparatorului (**C1**).



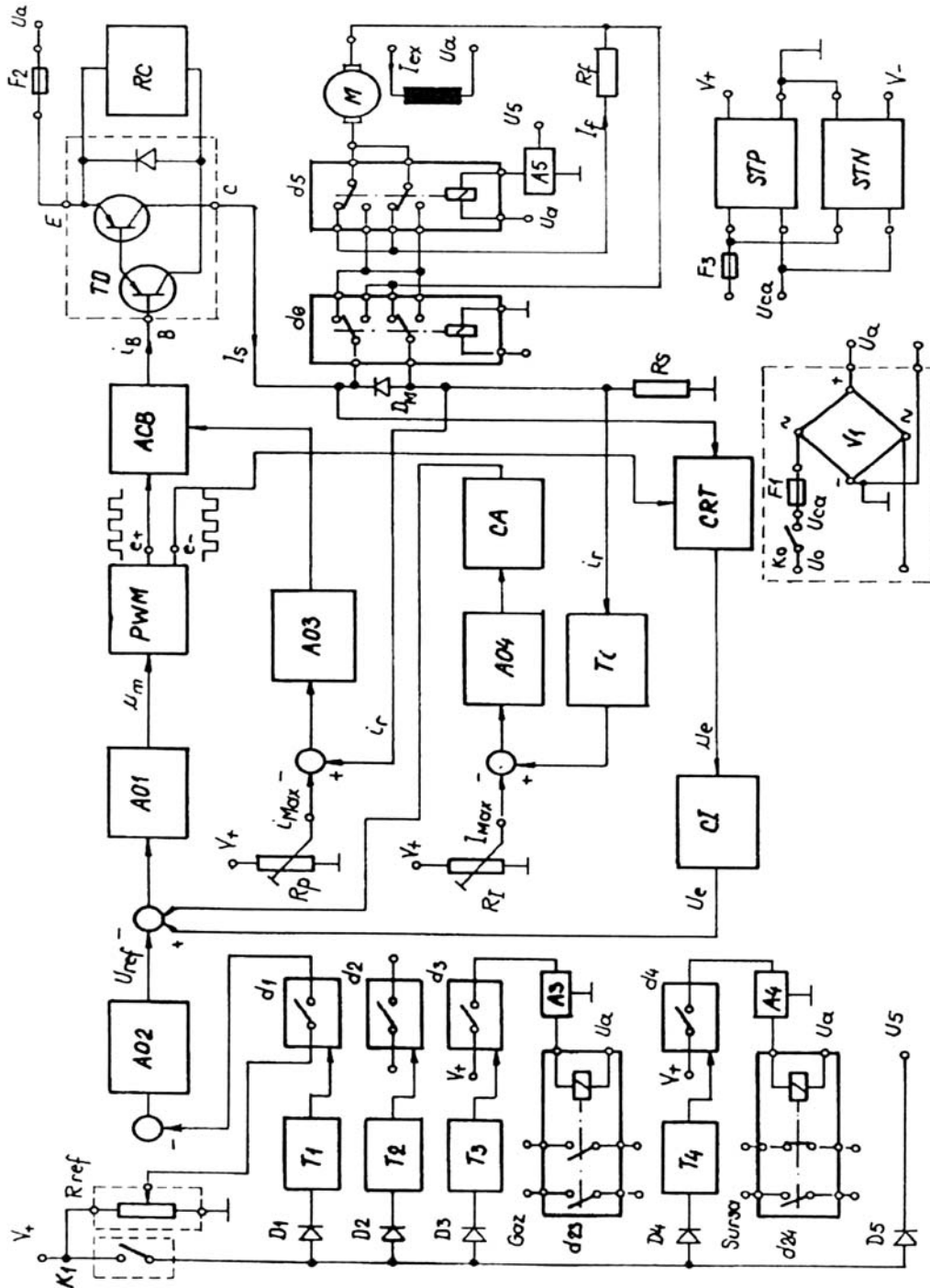
# RO 128560 B1

(51) Int.Cl.

G05B 13/02 (2006.01);

H02P 7/28 (2006.01);

H02P 7/29 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
 Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
 sub comanda nr. 100/2019